DK

ES TD 20 22
CAPPUCCINO
EBOOK


99,99% MỘT NGUYÊN TỬ HYDRO LÀ KHÔNG GIAN TRỐNG

MỘT MUỖNG CÀ PHÊ VẬT LIỆU SAO NEUTRON NẶNG 5 TỶ TẤN



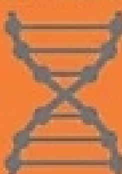
CAESI PHẢN ỨNG CỰC NHẠY, NÓ BỐC CHÁY KHI TIẾP XÚC VỚI KHÔNG KHÍ


HOW SCIENCE WORKS



HIỂU HẾT VỀ KHOA HỌC

KHỐI LƯỢNG RIÊNG CỦA SAO THỔ THẤP ĐẾN MỨC HÀNH TINH NÀY SẼ TRÔI LƠ LỬNG TRONG NƯỚC

MỘT SỐ LOẠI BỌT BIỂN CÓ THỂ SỐNG ĐẾN HƠN 2.000 NĂM

CÓ KHOẢNG 30 NGHÌN TỶ TẾ BÀO TRONG CƠ THỂ BẠN

Nguyễn Kim Phụng *dịch*

nhã nam
THẾ GIỚI
NHÀ XUẤT BẢN THẾ GIỚI

HOW SCIENCE WORKS



HOW SCIENCE WORKS

HIỂU HẾT VỀ KHOA HỌC

Nguyễn Kim Phụng *dịch*





NHÀ XUẤT BẢN THẾ GIỚI



Penguin
Random
House

A WORLD OF IDEAS:
SEE ALL THERE IS TO KNOW
www.dk.com

HOW SCIENCE WORKS– HIỂU HẾT VỀ KHOA HỌC

Chịu trách nhiệm xuất bản: TS. TRẦN ĐOÀN LÂM | Biên tập: Phạm Bích Ngọc
Biên tập viên Nhã Nam: Thanh Huệ.
Thiết kế bìa, trình bày: Kim Oanh | Sửa bản in: Phạm Thủy.

CÔNG TY TNHH MỘT THÀNH VIÊN NHÀ XUẤT BẢN THẾ GIỚI

46 Trần Hưng Đạo, Hoàn Kiếm, Hà Nội | Điện thoại: 024. 38253841 | Fax: 024. 38269578
Chi nhánh tại thành phố Hồ Chí Minh: Số 7 Nguyễn Thị Minh Khai, Quận I, TP Hồ Chí Minh
Điện thoại: 028. 38220102
Email: marketing@thegioipublishers.vn | Website: www.thegioipublishers.vn

CÔNG TY VĂN HÓA VÀ TRUYỀN THÔNG NHÃ NAM:

59 Đỗ Quang, Trung Hòa, Cầu Giấy, Hà Nội | Điện thoại: 024 35146875 | Fax: 024 35146965
Website: www.nhanam.vn
Email: info@nhanam.vn | http://www.facebook.com/nhanampublishing.
Chi nhánh tại TP Hồ Chí Minh: Nhà 015 Lô B chung cư 43 Hồ Văn Huê
Phường 9, Quận Phú Nhuận, TP Hồ Chí Minh
Điện thoại: 028 38479853 | Fax: 028 38443034 | Email: kinhdoanhsg@nhanam.vn.

In 2.000 cuốn, khổ 19,5x23cm tại Công ty CP In Viễn Đông (km19+400, Giai Phạm, Yên Mỹ, Hưng Yên). Căn cứ trên số đăng ký xuất bản: 1175-2021/CXBIPH/03-77/ThG, và quyết định xuất bản số 527/QĐ-ThG của Nhà xuất bản Thế Giới ngày 10.05.2021. Mã ISBN: 978-604-77-9478-2. In xong và nộp lưu chiểu năm 2021.

MỤC LỤC

VẬT CHẤT

NĂNG LƯỢNG VÀ LỰC

SỰ SỐNG

VŨ TRỤ

TRÁI ĐẤT

Điều gì khiến cho khoa học trở nên đặc biệt?

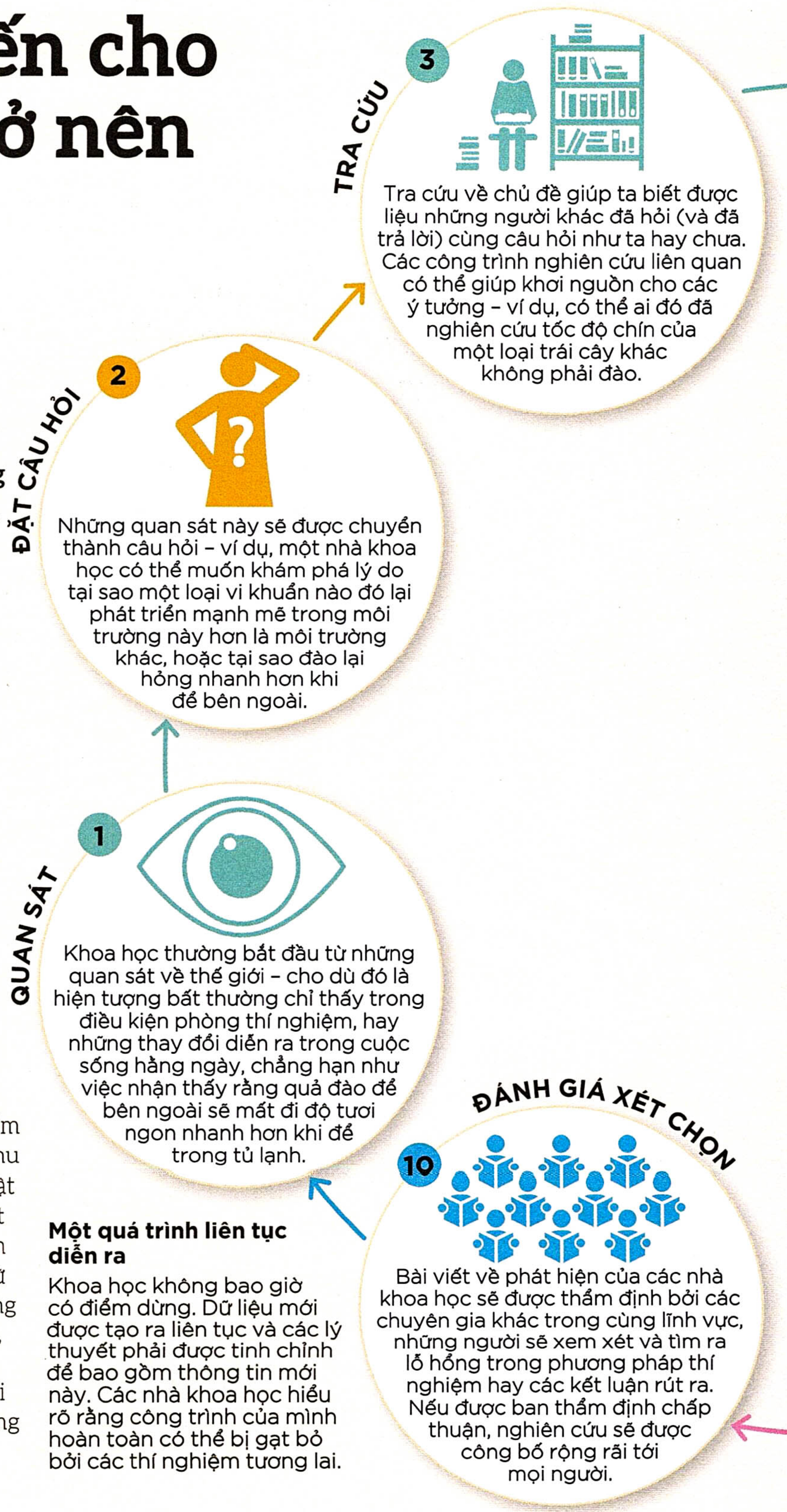
Khoa học không đơn thuần chỉ là một tập hợp các sự kiện – mà là một cách để ta suy nghĩ có hệ thống, dựa trên logic và bằng chứng. Dù có thể chưa hoàn hảo, nhưng đây là cách tốt nhất chúng ta có để hiểu về Vũ trụ của mình.

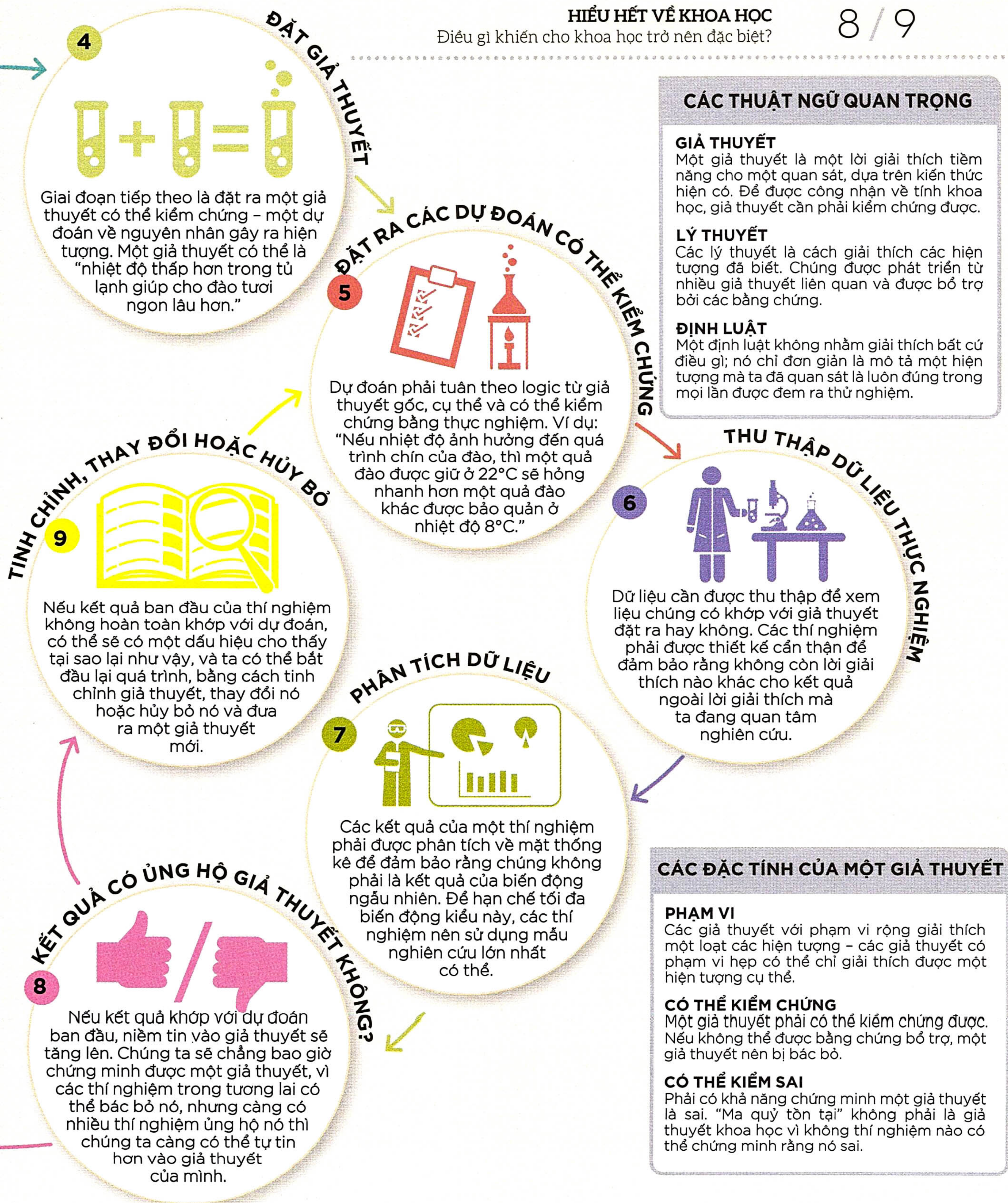
Khoa học là gì?

Khoa học là cách thức tìm tòi và hiểu rõ về thế giới tự nhiên và xã hội, và áp dụng các thông tin thu được. Nó liên tục cập nhật thông tin và làm thay đổi hiểu biết của chúng ta về thế giới. Khoa học dựa trên bằng chứng có thể đo lường được, đồng thời phải tuân theo các bước với logic hợp lý trong việc khái quát hóa bằng chứng đó, và sử dụng nó để đưa ra những dự đoán xa hơn. Từ "khoa học" cũng được sử dụng để mô tả kiến thức chúng ta tích lũy được nhờ quá trình này.

Phương pháp khoa học

Phương pháp khoa học của từng ngành nghiên cứu là khác nhau, nhưng nhìn chung, nó thường bao gồm: đặt ra và kiểm chứng một giả thuyết; sử dụng dữ liệu thu thập được qua các thí nghiệm để cập nhật và hoàn thiện giả thuyết; và hy vọng đạt đến một lý thuyết tổng quát để giải thích tại sao giả thuyết ban đầu là đúng. Để dữ liệu đạt độ chính xác cao, điều quan trọng là các thí nghiệm phải được lặp đi lặp lại, tốt nhất là trong các phòng thí nghiệm khác nhau. Nếu lần thử thứ hai mang lại kết quả khác, thì có lẽ kết quả không đáng tin cậy hoặc mang tính khái quát như chúng ta suy nghĩ ban đầu.





CÁC THUẬT NGỮ QUAN TRỌNG

GIẢ THUYẾT
Một giả thuyết là một lời giải thích tiềm năng cho một quan sát, dựa trên kiến thức hiện có. Để được công nhận về tính khoa học, giả thuyết cần phải kiểm chứng được.

LÝ THUYẾT
Các lý thuyết là cách giải thích các hiện tượng đã biết. Chúng được phát triển từ nhiều giả thuyết liên quan và được bổ trợ bởi các bằng chứng.

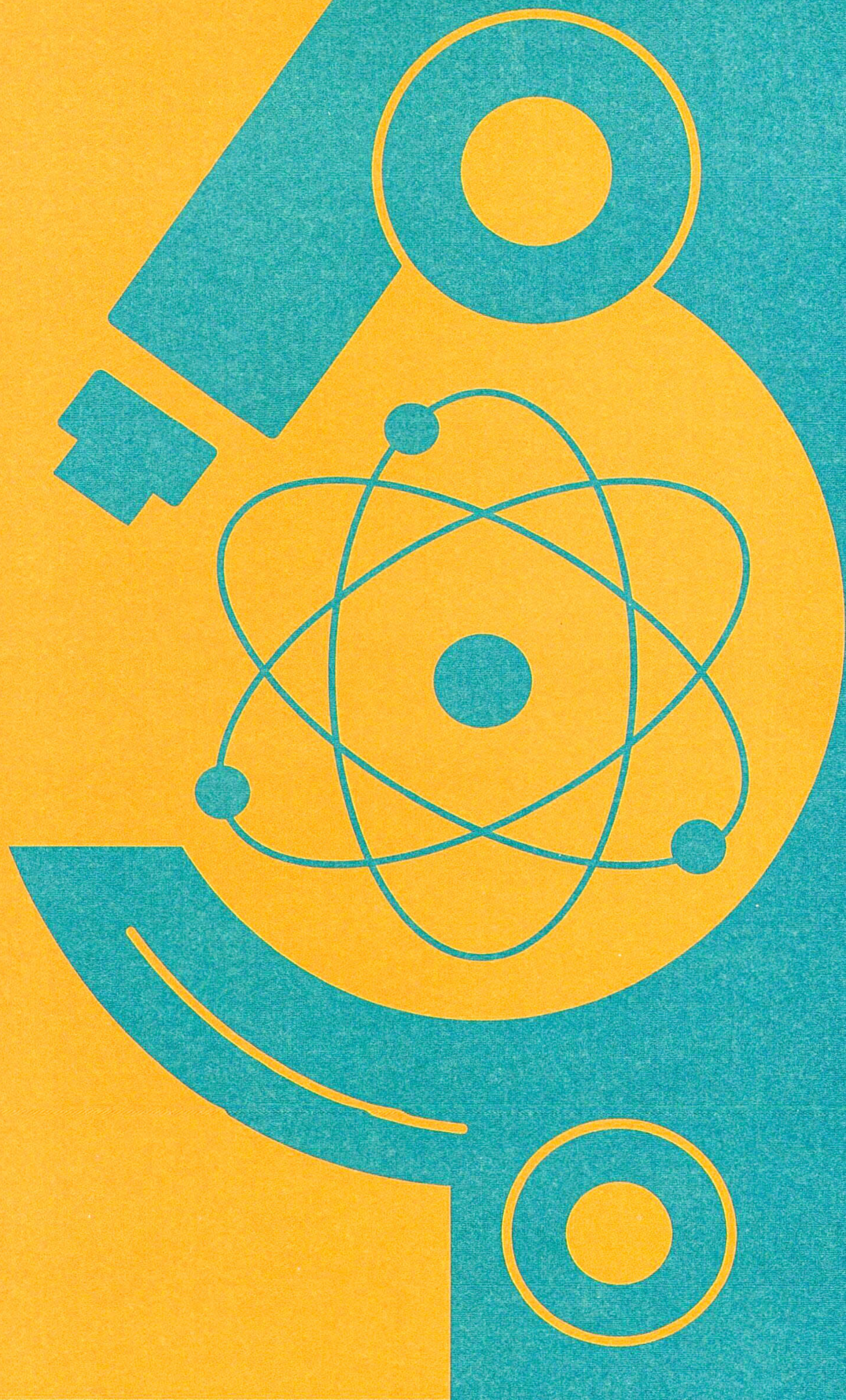
ĐỊNH LUẬT
Một định luật không nhằm giải thích bất cứ điều gì; nó chỉ đơn giản là mô tả một hiện tượng mà ta đã quan sát là luôn đúng trong mọi lần được đem ra thử nghiệm.

CÁC ĐẶC TÍNH CỦA MỘT GIẢ THUYẾT

PHẠM VI
Các giả thuyết với phạm vi rộng giải thích một loạt các hiện tượng – các giả thuyết có phạm vi hẹp có thể chỉ giải thích được một hiện tượng cụ thể.

CÓ THỂ KIỂM CHỨNG
Một giả thuyết phải có thể kiểm chứng được. Nếu không thể được bằng chứng bổ trợ, một giả thuyết nên bị bác bỏ.

CÓ THỂ KIỂM SAI
Phải có khả năng chứng minh một giả thuyết là sai. "Ma quỷ tồn tại" không phải là giả thuyết khoa học vì không thí nghiệm nào có thể chứng minh rằng nó sai.



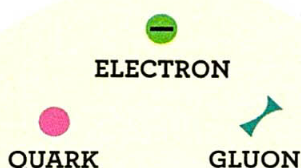
VẬT CHẤT

Vật chất là gì?

Nhìn chung, vật chất là bất cứ thứ gì chiếm không gian và có khối lượng. Điều này có nghĩa là nó khác biệt với năng lượng, ánh sáng hoặc âm thanh, vốn không có hai thuộc tính này.

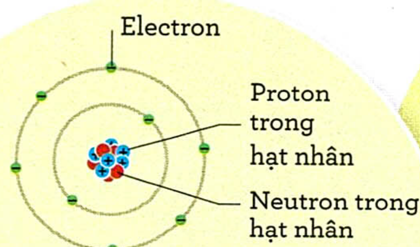
Cấu trúc của vật chất

Ở cấp độ cơ bản nhất, vật chất cấu thành từ các hạt cơ bản, chẳng hạn như quark và electron. Sự kết hợp của các hạt cơ bản tạo thành nguyên tử, các nguyên tử đôi khi có thể liên kết với nhau thành phân tử. Các loại nguyên tử tạo nên vật chất sẽ xác định tính chất của nó. Các nguyên tử hoặc phân tử hình thành liên kết mạnh với nhau sẽ tạo nên chất rắn ở nhiệt độ phòng. Liên kết yếu hơn sẽ tạo nên chất lỏng hoặc chất khí.



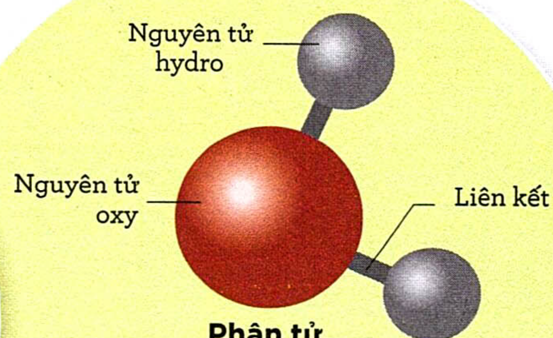
Các hạt cơ bản

Các hạt cơ bản được gọi là quark tạo thành proton và neutron trong nguyên tử. Các gluon giúp liên kết các quark lại với nhau trong nhân. Cùng với các electron, quark và gluon tạo nên tất cả vật chất mà con người biết.



Nguyên tử

Các nguyên tử chứa proton và neutron trong hạt nhân, và các electron quay xung quanh. Nguyên tử của nguyên tố khác nhau có số lượng proton khác nhau trong hạt nhân của chúng.

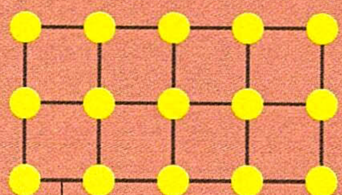


Phân tử

Các phân tử có thể được tạo thành từ các nguyên tử khác nhau, như nước bao gồm hai nguyên tử hydro và một nguyên tử oxy, hoặc các nguyên tử giống hệt nhau, giống như một phân tử oxy bao gồm hai nguyên tử oxy.

Các trạng thái của vật chất

Các trạng thái chính của vật chất trong cuộc sống hằng ngày bao gồm rắn, lỏng và khí. Đôi khi, các trạng thái khác thường cũng xuất hiện, chẳng hạn như khi vật chất trở nên cực kỳ lạnh hoặc cực kỳ nóng. Vật chất có thể chuyển đổi giữa các trạng thái, tùy thuộc vào mức độ năng lượng của nó và độ mạnh của liên kết giữa các nguyên tử hoặc phân tử cấu thành. Ví dụ, nhôm có điểm nóng chảy thấp hơn đồng vì liên kết giữa các nguyên tử nhôm yếu hơn giữa các nguyên tử đồng.



Chất rắn

Các nguyên tử hoặc phân tử trong chất rắn kết hợp với nhau theo một cấu trúc vững chắc với các liên kết mạnh. Các hạt không thể di chuyển, vì vậy chất rắn cứng và có hình dạng nhất định.



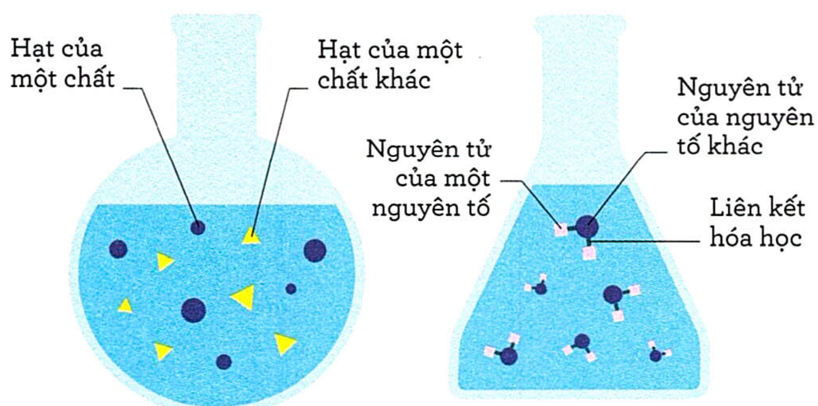
Chất lỏng

Giữa các nguyên tử hoặc phân tử trong chất lỏng chỉ có liên kết yếu, vì vậy các hạt vẫn có thể di chuyển quanh. Điều này có nghĩa là chất lỏng có thể chảy dễ dàng, nhưng sự sắp xếp các hạt dày đặc ngăn ta không thể nén chúng lại.



Hỗn hợp và hợp chất

Các nguyên tử có thể kết hợp theo nhiều cách khác nhau để tạo ra các loại vật chất khác nhau. Khi giữa các nguyên tử có liên kết về mặt hóa học, hợp chất được hình thành. Ví dụ đơn giản là nước, một hợp chất được hình thành từ oxy và hydro. Tuy nhiên, nhiều nguyên tử và phân tử lại không dễ dàng hình thành liên kết với nguyên tử hoặc phân tử khác, vì vậy hành động kết hợp không làm thay đổi chúng về mặt hóa học – ta sẽ gọi kết quả là hỗn hợp. Ví dụ về hỗn hợp bao gồm cát và muối, hoặc không khí, vốn là hỗn hợp của nhiều khí.

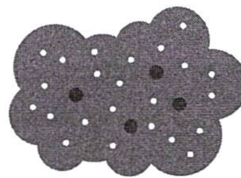


Hỗn hợp

Trong hỗn hợp, các chất ban đầu không bị thay đổi, do đó chúng có thể được tách ra một lần nữa theo cách vật lý, chẳng hạn như sàng, lọc hoặc chưng cất.

Hợp chất

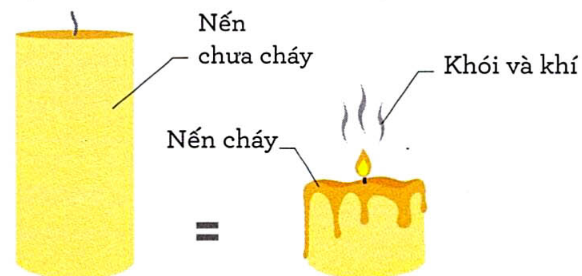
Khi các nguyên tử hoặc phân tử phản ứng với nhau, chúng tạo thành một hợp chất mới. Vì thế chúng sẽ không thể trở lại trạng thái ban đầu của mình theo cách vật lý; việc phân tách chúng đòi hỏi phải phá vỡ liên kết hóa học.

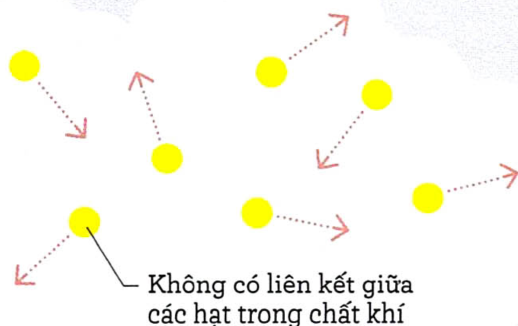


KHOẢNG 99% VẬT CHẤT TRONG VŨ TRỤ LÀ Ở THỂ PLASMA

ĐỊNH LUẬT BẢO TOÀN KHỐI LƯỢNG

Trong hầu hết các phản ứng hóa học hoặc biến đổi vật lý thông thường (như khi nến cháy), tổng khối lượng các sản phẩm bằng tổng khối lượng của các chất tham gia phản ứng. Vật chất không sinh thêm cũng chẳng mất đi. Tuy nhiên, định luật này có thể bị phá vỡ trong một số điều kiện cực đoan nhất định, chẳng hạn như phản ứng tổng hợp hạt nhân (xem trang 37), trong đó khối lượng được chuyển hóa thành năng lượng.





Chất khí

Không có liên kết nào giữa các nguyên tử hoặc phân tử trong chất khí, vì vậy chúng có thể lan rộng và lấp đầy vật chứa. Các hạt cũng cách nhau rất xa, do đó một chất khí có thể được nén lại, mặc dù làm như vậy sẽ làm tăng áp suất.

TRẠNG THÁI Ở NHIỆT ĐỘ CAO VÀ THẤP

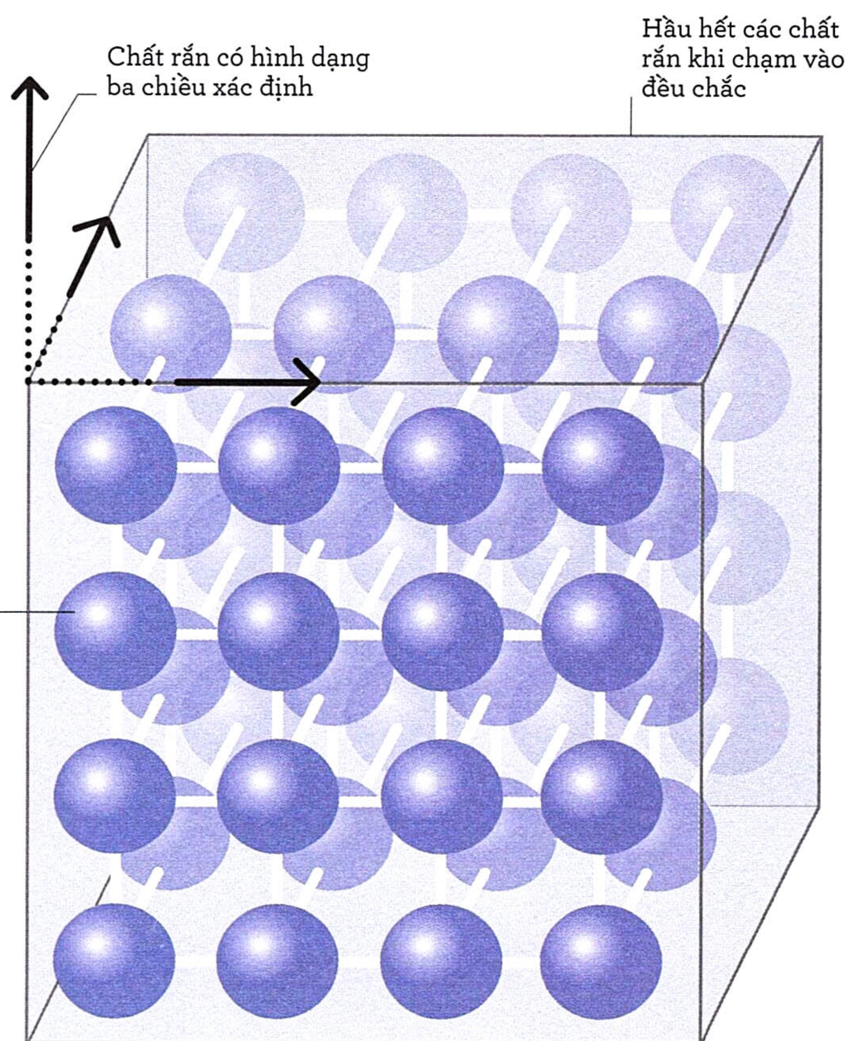
Ở nhiệt độ cực cao, các nguyên tử khí phân tách thành các ion (xem trang 40) và các electron, vật chất chuyển sang thể plasma, có thể dẫn điện. Ở nhiệt độ cực thấp, ngưng tụ Bose-Einstein có thể hình thành (xem trang 22), làm thay đổi đáng kể thuộc tính của vật chất. Ở trạng thái này, các nguyên tử bắt đầu hành động kỳ lạ, chúng hoạt động giống như một nguyên tử duy nhất.

NGƯNG TỤ BOSE-EINSTEIN

THỂ PLASMA

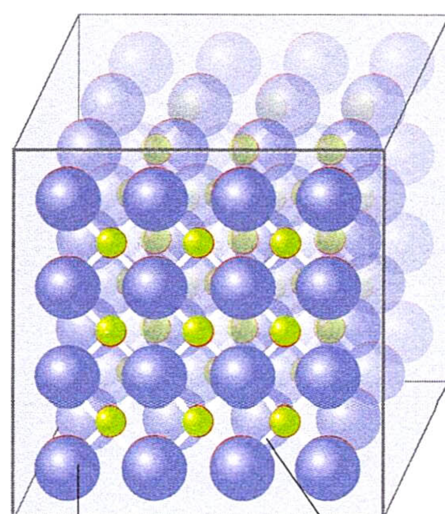
Chất rắn

Chất rắn là trạng thái có trật tự nhất của vật chất. Tất cả các nguyên tử hoặc phân tử trong chất rắn liên kết với nhau để tạo thành một vật thể có hình dạng cố định và thể tích cố định (mặc dù hình dạng có thể bị thay đổi bằng cách tác dụng lực). Tuy nhiên, chất rắn bao hàm một nhóm vật liệu vô cùng đa dạng với thuộc tính có thể khác nhau rất nhiều, tùy thuộc vào loại chất rắn được đề cập.



Chất rắn là gì?

Chất rắn khi chạm vào đều cứng và có hình dạng xác định, thay vì mang hình dạng của vật chứa nó như chất lỏng hoặc chất khí. Các nguyên tử trong chất rắn liên kết chặt chẽ với nhau, vì vậy không thể nén chất rắn lại trong một thể tích nhỏ hơn. Một số chất rắn, như bọt biển, có thể được ép lại nhưng đó là do không khí bị đẩy ra khỏi khối chất, còn bản thân chất rắn không thay đổi kích thước.



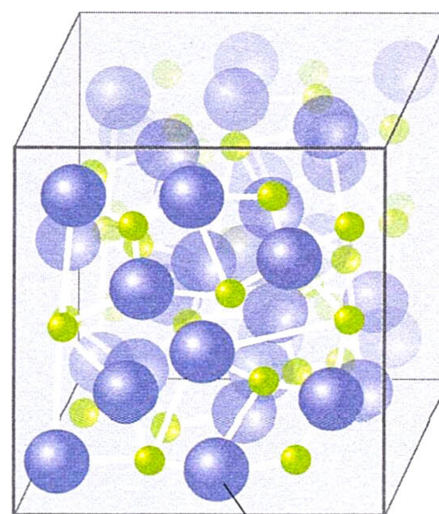




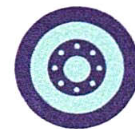


Chất rắn kết tinh

Các nguyên tử hoặc phân tử trong chất rắn kết tinh được sắp xếp theo một trật tự cố định. Một số chất, chẳng hạn như kim cương (một dạng kết tinh của carbon), tạo thành một tinh thể lớn. Tuy nhiên, hầu hết chất rắn kết tinh được tạo thành từ rất nhiều tinh thể nhỏ hơn.









Chất rắn vô định hình

Không giống như chất rắn kết tinh, các nguyên tử hoặc phân tử tạo nên chất rắn vô định hình không được sắp xếp trong một trật tự cố định. Thay vào đó, chúng được sắp xếp giống như phân tử chất lỏng, mặc dù chúng không thể di chuyển quanh.



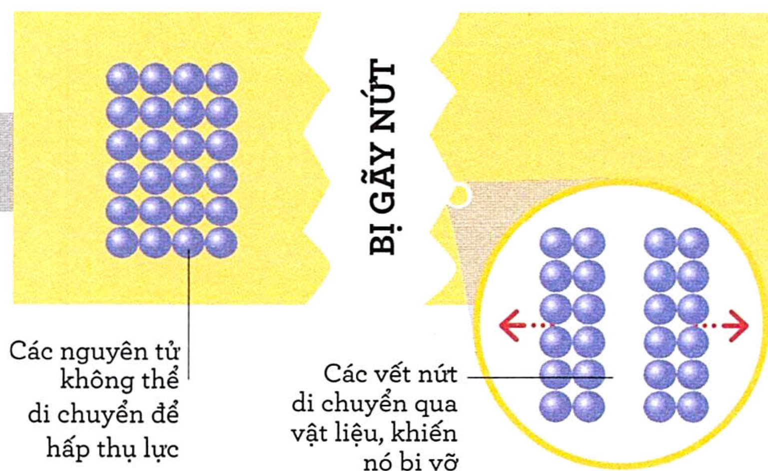
Thuộc tính của chất rắn

Chất rắn có nhiều thuộc tính khác nhau; chẳng hạn, chúng có thể mạnh hoặc yếu, cứng hoặc tương đối mềm, và có thể trở lại hình dạng ban đầu sau khi bị lực tác động, hoặc có thể bị biến dạng vĩnh viễn. Thuộc tính của một chất rắn phụ thuộc vào các nguyên tử hoặc phân tử cấu thành nên nó, loại chất rắn là kết tinh hay vô định hình, và liệu có các biến chất trong vật liệu hay không.

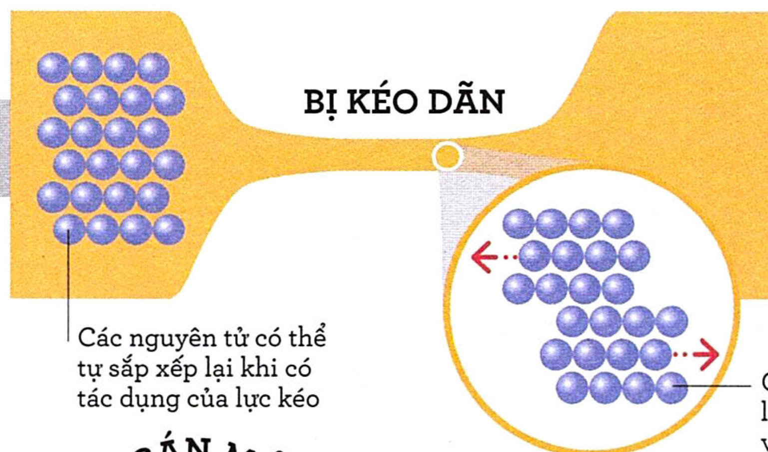
LONSDALEITE, MỘT DẠNG KIM CƯƠNG CỰC HIẾM, HIỆN LÀ CHẤT RẮN CỨNG NHẤT ĐƯỢC BIẾT ĐẾN, CỨNG HƠN 60% SO VỚI KIM CƯƠNG BÌNH THƯỜNG



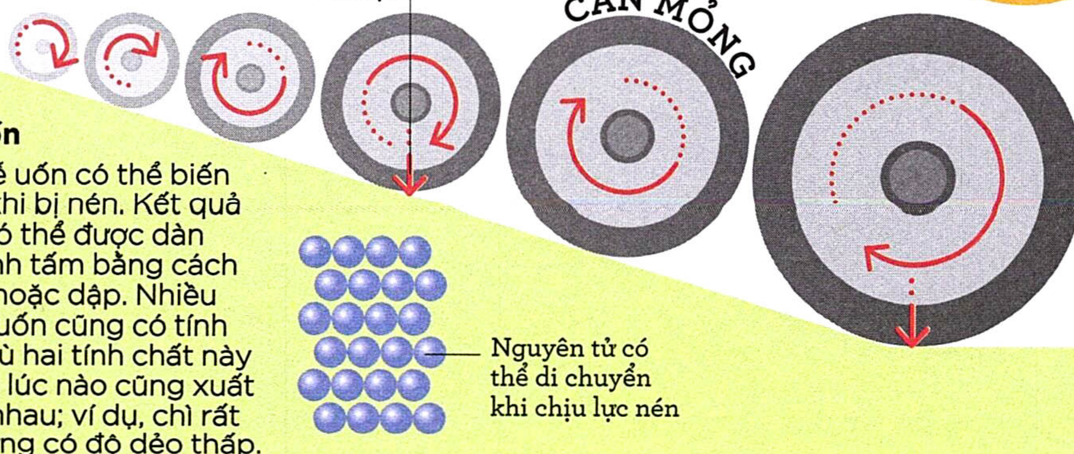
Tính cứng giòn
Khi bị tác động bởi lực, các chất rắn có tính giòn như gốm sẽ vỡ tan, nhưng không thay đổi hình dạng. Vết nứt dễ dàng xuyên qua các vật liệu này, bởi vì các nguyên tử không thể di chuyển để hấp thụ lực. Nếu vật liệu có khả năng biến dạng, nó sẽ kém giòn hơn, nhưng cũng kém cứng hơn.



Tính dẻo
Chất rắn có tính dẻo dễ thay đổi hình dạng khi bị kéo dãn, do đó chúng có thể được kéo thành những dây dài. Loại biến dạng này, trong đó một vật liệu thay đổi hình dạng vĩnh viễn, được gọi là biến dạng dẻo. Nhiều kim loại có tính dẻo bởi liên kết giữa các nguyên tử của kim loại đó cho phép các nguyên tử trượt lên nhau.

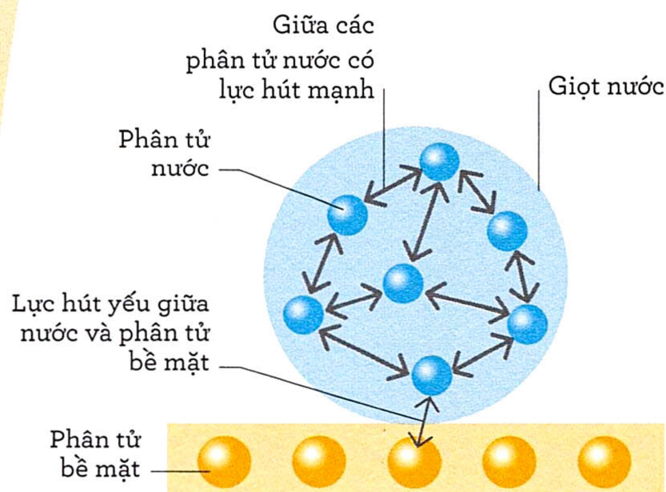


Tính dễ uốn
Chất rắn dễ uốn có thể biến dạng dẻo khi bị nén. Kết quả là, chúng có thể được dàn phẳng thành tấm bằng cách cán mỏng hoặc dập. Nhiều vật liệu dễ uốn cũng có tính dẻo, mặc dù hai tính chất này không phải lúc nào cũng xuất hiện cùng nhau; ví dụ, chì rất dễ uốn nhưng có độ dẻo thấp.



Làm ướt

Một chất lỏng duy trì tiếp xúc với bề mặt rắn ở mức độ làm ướt. Việc chất lỏng có làm ướt bề mặt hay không phụ thuộc vào cường độ của lực hấp dẫn giữa các hạt trong chất lỏng so với lực hấp dẫn giữa chất lỏng và bề mặt rắn.

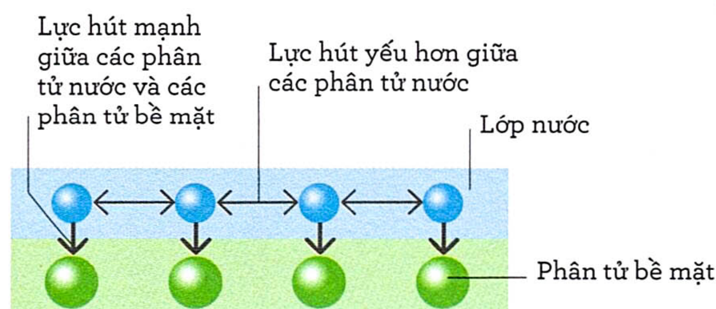


Không làm ướt

Trên các bề mặt chống thấm, nước tụ thành các giọt vì lực hút giữa các phân tử nước mạnh hơn so với lực hút giữa chúng với các phân tử bề mặt.

ĐÂU LÀ LOẠI CHẤT LỎNG NHỚT NHẤT?

Nhựa đường, thường được sử dụng để rải trên bề mặt các con đường, là chất lỏng nhớt nhất được biết đến. Nó có độ nhớt gấp khoảng 20 tỷ lần so với nước ở cùng nhiệt độ.



Làm ướt

Nước làm ướt một bề mặt – tức là tạo thành một lớp trên đó – khi lực hút giữa các phân tử nước với các phân tử bề mặt mạnh hơn so với giữa các phân tử nước.

Chất lỏng

Trong chất lỏng, các nguyên tử hoặc phân tử được xếp lại chặt chẽ với nhau. Liên kết giữa chúng mạnh hơn trong chất khí nhưng yếu hơn trong chất rắn, nhờ đó cho phép các hạt di chuyển tự do.

Các hạt nằm gần nhau nhưng tự do di chuyển

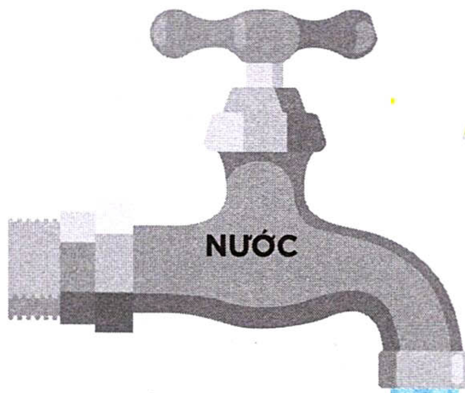
Dòng chảy tự do

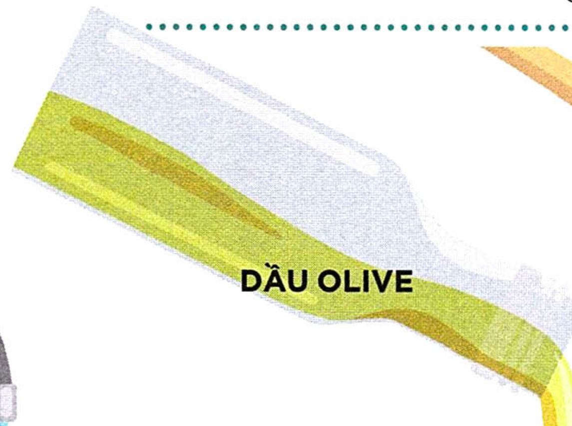
Chất lỏng chảy và mang hình dạng của vật chứa. Các nguyên tử hoặc phân tử vẫn xếp gần nhau, có nghĩa là chất lỏng không thể bị nén. Mật độ phân tử của chất lỏng cao hơn chất khí, và thường tương đương, hoặc thấp hơn một chút so với chất rắn, ngoại trừ trường hợp của nước (xem trang 56-57).

Phân tử trong chất lỏng

Khác với trong chất rắn, các nguyên tử hoặc phân tử trong chất lỏng được sắp xếp ngẫu nhiên. Giữa các hạt vẫn có liên kết, nhưng chúng khá yếu và liên tục bị phá vỡ và hình thành lại khi các hạt di chuyển ngang qua nhau.





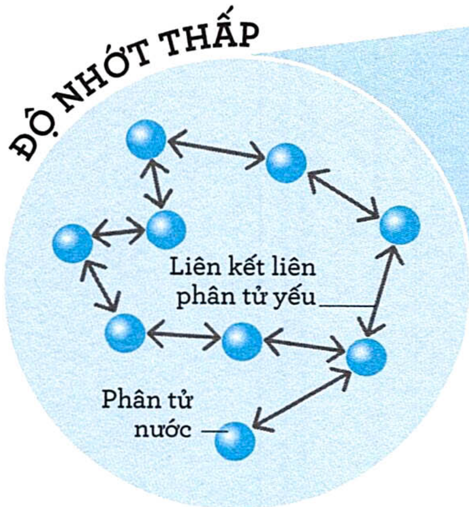


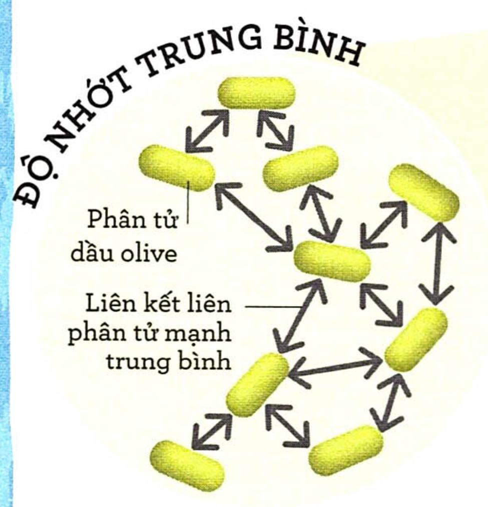


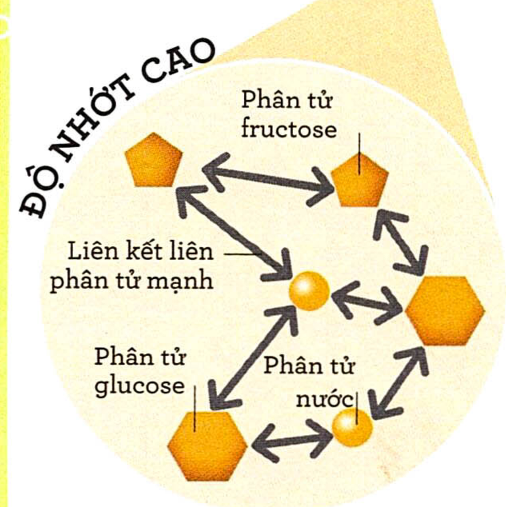
Độ nhớt được đo bằng đơn vị gọi là centipoise. Nước có độ nhớt là 1 centipoise ở 21°C.

Dầu olive có độ nhớt khoảng 85 centipoise ở 21°C.

Mật ong có độ nhớt khoảng 10.000 centipoise ở 21°C.







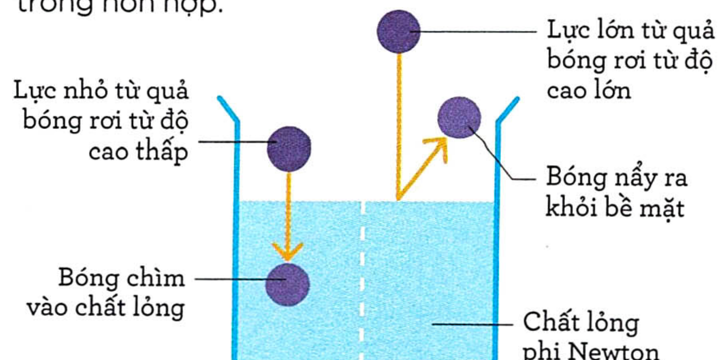
Dòng chảy chất lỏng
Chất lỏng với độ nhớt thấp, chẳng hạn như nước, có thể chảy dễ dàng, vì liên kết giữa các phân tử của nó yếu. Ngược lại, ở cùng nhiệt độ với nước, mật ong khó chảy hơn nhiều do các liên kết liên phân tử của nó mạnh hơn.

Độ nhớt

Độ nhớt là thước đo độ dễ chảy của một chất lỏng. Một chất lỏng có độ nhớt thấp chảy dễ dàng và thường được gọi là "lỏng", trong khi chất lỏng "đặc", có độ nhớt cao sẽ khó chảy hơn. Độ nhớt được quyết định bởi các liên kết giữa các phân tử của chất lỏng – liên kết càng mạnh, chất lỏng càng nhớt. Tăng nhiệt độ của chất lỏng làm giảm độ nhớt của nó, bởi vì khi đó các phân tử có nhiều năng lượng hơn để phá vỡ các liên kết liên phân tử.

CHẤT LỎNG PHI NEWTON

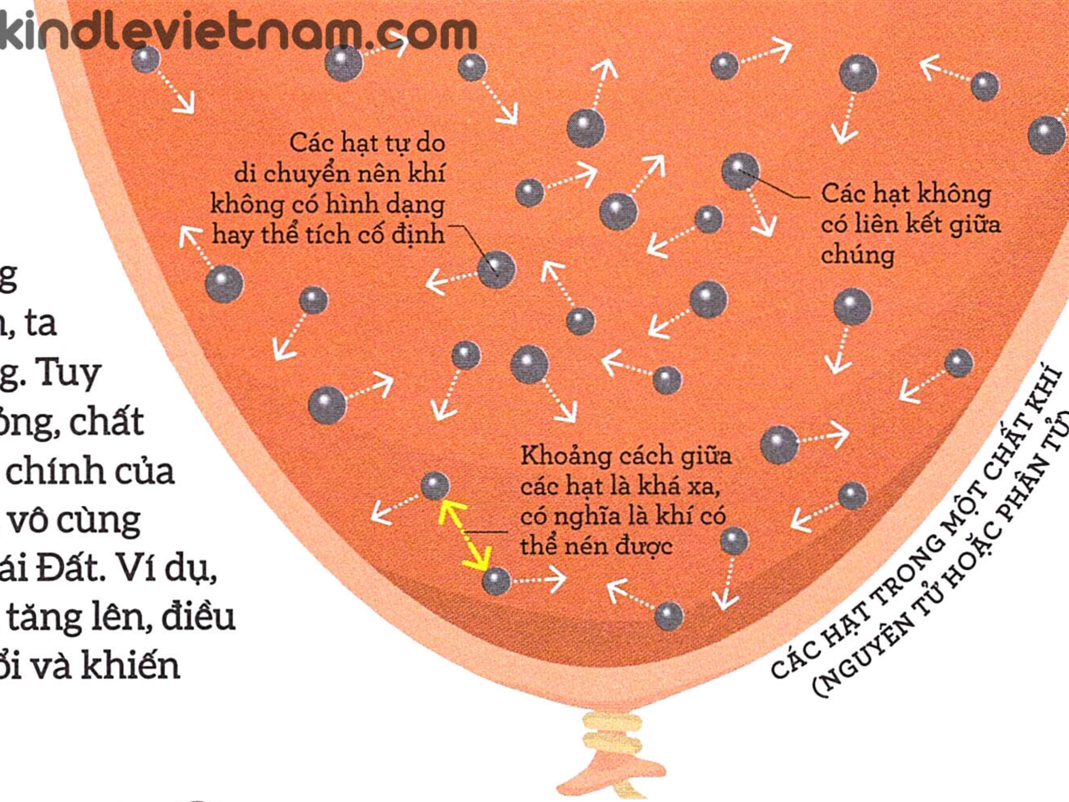
Không giống như chất lỏng Newton, chẳng hạn như nước, độ nhớt của chất lỏng phi Newton biến đổi liên tục, tùy thuộc vào lực tác dụng lên nó. Ví dụ, hỗn hợp bột ngô và nước trở nên đặc hơn dưới tác dụng lực lớn hơn, do đó nếu một quả bóng rơi xuống hỗn hợp này từ độ cao lớn sẽ nẩy ra khỏi nó, trong khi một quả bóng rơi từ độ cao thấp hơn sẽ chìm xuống trong hỗn hợp.



CHẤT LỎNG PHI NEWTON

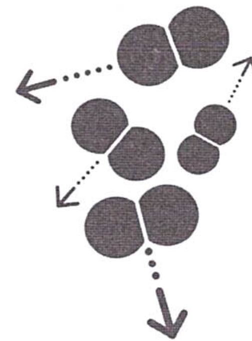
Chất khí

Chất khí luôn ở xung quanh chúng ta, nhưng trong phần lớn thời gian, ta chẳng mảy may suy nghĩ về chúng. Tuy nhiên, cùng với chất rắn và chất lỏng, chất khí là một trong những trạng thái chính của vật chất, và cách chúng hoạt động vô cùng quan trọng đối với sự sống trên Trái Đất. Ví dụ, khi chúng ta hít vào, thể tích phổi tăng lên, điều này làm giảm áp lực bên trong phổi và khiến không khí ùa vào.



Chất khí là gì?

Chất khí có thể được tạo thành từ các nguyên tử riêng lẻ hoặc các phân tử gồm hai hoặc nhiều nguyên tử. Những hạt này rất giàu năng lượng và di chuyển nhanh chóng, lấp đầy vật chứa và mang hình dạng của nó. Có rất nhiều không gian giữa các hạt, vì vậy chất khí có thể bị nén lại.

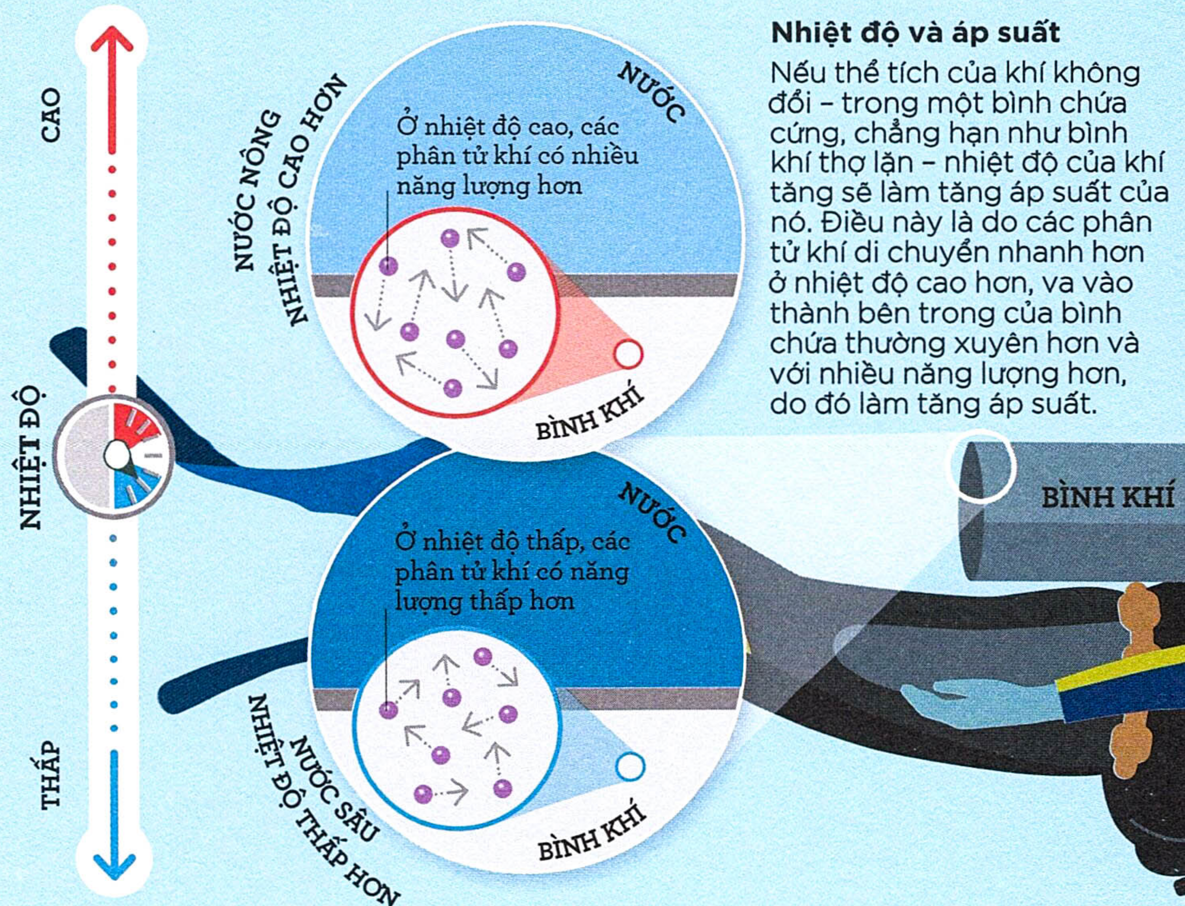


1.700 KM/H

LÀ TỐC ĐỘ CÁC PHÂN TỬ OXY DI CHUYỂN QUANH Ở NHIỆT ĐỘ PHÒNG

Chất khí hoạt động thế nào?

Cách thức hoạt động của chất khí được mô tả bởi một bộ ba định luật. Chúng liên quan đến thể tích, áp suất và nhiệt độ của chất khí, và cho thấy cách mà một đại lượng thay đổi khi các đại lượng còn lại thay đổi. Định luật giả định rằng tất cả các chất khí đều ở trạng thái "lý tưởng". Trong một loại khí như vậy, không có tương tác giữa các hạt khí riêng lẻ, các hạt di chuyển ngẫu nhiên và không chiếm không gian. Mặc dù không có loại khí nào trong thực tế có các thuộc tính này, các định luật chất khí vẫn minh họa được cách mà hầu hết chất khí hoạt động ở nhiệt độ và áp suất bình thường.



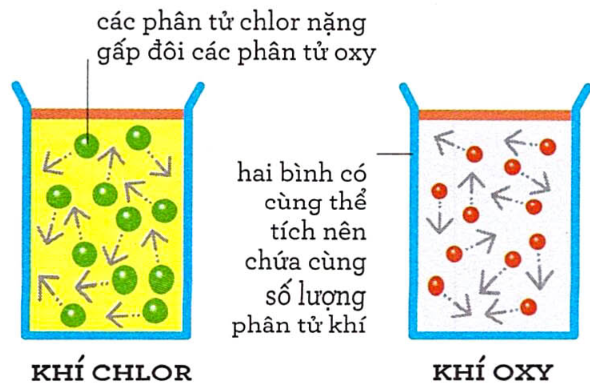
Nhiệt độ và áp suất

Nếu thể tích của khí không đổi – trong một bình chứa cứng, chẳng hạn như bình khí thợ lặn – nhiệt độ của khí tăng sẽ làm tăng áp suất của nó. Điều này là do các phân tử khí di chuyển nhanh hơn ở nhiệt độ cao hơn, va vào thành bên trong của bình chứa thường xuyên hơn và với nhiều năng lượng hơn, do đó làm tăng áp suất.



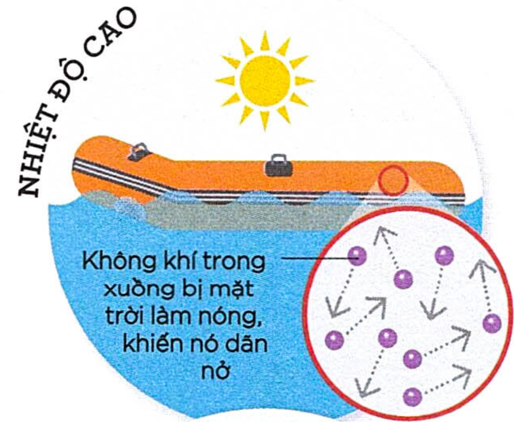
ĐỊNH LUẬT AVOGADRO

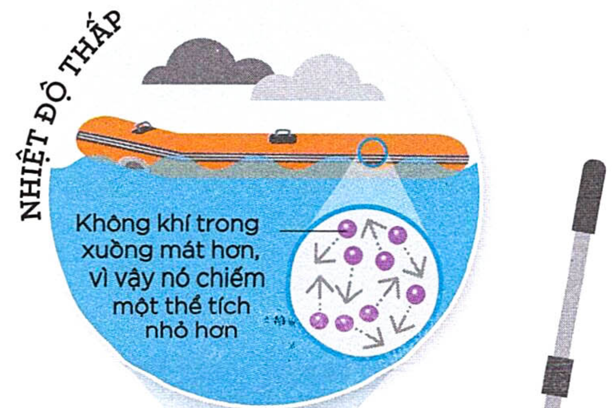
Định luật Avogadro phát biểu rằng, ở cùng nhiệt độ và áp suất, những thể tích bằng nhau của mọi chất khí chứa cùng số lượng phân tử. Chẳng hạn, dù phân tử khí chlor có khối lượng gấp đôi phân tử khí oxy, thì vẫn sẽ có cùng số lượng phân tử của mỗi loại trong các vật chứa có cùng kích thước ở cùng nhiệt độ và áp suất.

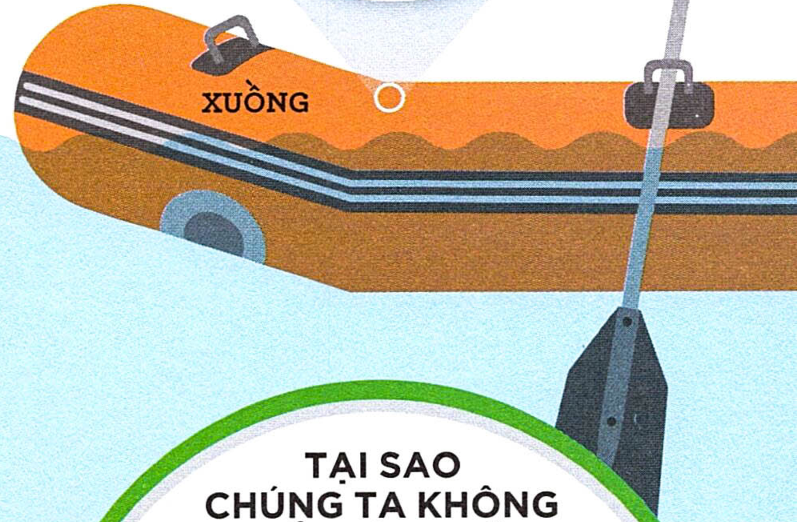


Nhiệt độ và khối lượng

Nếu thể tích của khí không bị hạn chế (chẳng hạn như bằng một vật chứa cứng), khí sẽ nở ra khi được đốt nóng, và các phân tử khí sẽ thu được nhiều năng lượng hơn. Nhiệt độ của khí càng cao thì thể tích của nó càng lớn. Ví dụ, nếu không khí trong một chiếc xuồng hơi bị mặt trời đốt nóng, không khí sẽ dãn nở và làm xuồng phồng lên nhiều hơn.

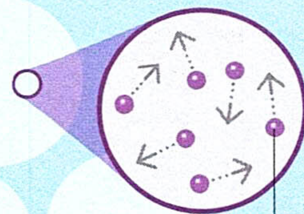


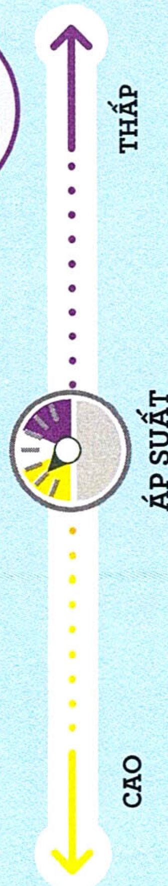


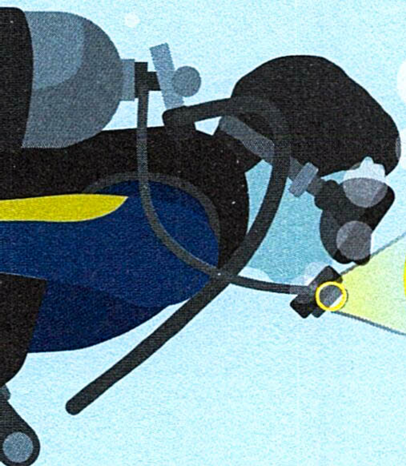


Áp suất và thể tích

Nếu nhiệt độ của khí không đổi, tăng áp suất khí sẽ làm giảm thể tích của nó. Ngược lại, giảm áp suất khí sẽ làm tăng thể tích của nó. Đó là lý do tại sao bong bóng khí nở ra trong khi chúng nổi lên trên bề mặt của chất lỏng.







TẠI SAO CHÚNG TA KHÔNG THỂ NHÌN THẤY KHÔNG KHÍ?

Mắt ta chỉ có thể nhìn thấy một vật nếu vật đó có tác động đến ánh sáng, chẳng hạn bằng phản xạ. Không khí có rất ít tác động đến ánh sáng, vì vậy chúng thường là vô hình. Nhưng một lượng lớn không khí sẽ tán xạ ánh sáng xanh ở mức đáng kể, đó là lý do tại sao bầu trời có màu xanh.

Các trạng thái lạ

Chất rắn, chất lỏng và chất khí là những trạng thái quen thuộc nhất của vật chất nhưng chúng không phải là những trạng thái duy nhất tồn tại. Chất khí ở nhiệt độ cực cao có thể trở thành plasma, gồm các hạt tích điện giàu năng lượng và dẫn điện. Ở nhiệt độ cực thấp, một số chất có thể trở thành chất siêu dẫn hoặc siêu lỏng, sở hữu các đặc tính lạ, chẳng hạn như điện trở bằng không hoặc độ nhớt bằng không.

Có thể tìm thấy plasma ở đâu?

Plasma cực kỳ phổ biến trong Mặt Trời. Tuy nhiên, plasma tự nhiên rất hiếm thấy trên Trái Đất, mặc dù nó có xuất hiện trong các tia sét và cực quang hay các luồng sáng ở Bắc Cực và Nam Cực. Plasma cũng có thể là nhân tạo nhờ truyền điện qua chất khí, chẳng hạn như hiện tượng xảy ra trong hàn hồ quang và đèn neon.



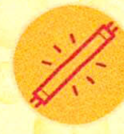
Sao
Bên trong các ngôi sao như Mặt Trời nóng đến mức hydro và heli, vốn là các chất khí tạo thành phần lớn khối lượng của sao, bị ion hóa và chuyển sang thể plasma.



Sét
Các tia sét là những vệt plasma có thể nhìn thấy do dòng điện truyền từ một đám mây tích điện xuống đất.



Cực quang
Khi plasma đi từ Mặt Trời đến Trái Đất, nó sẽ tương tác với khí quyển, tạo ra các màn trình diễn ánh sáng tuyệt đẹp ở các vùng cực.

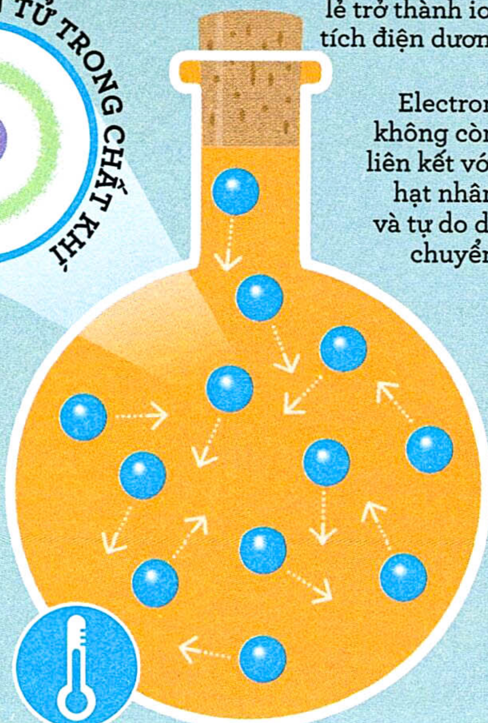


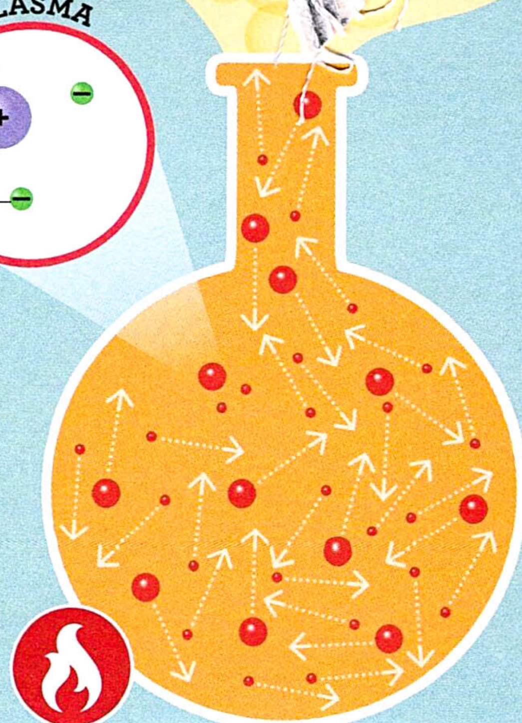
Đèn neon
Điện làm nóng neon bên trong đèn, khiến nó chuyển thành plasma. Khi bị tác động bởi dòng điện, plasma phát ra ánh sáng.



Hàn hồ quang plasma
Điện được sử dụng để tạo ra một luồng plasma với nhiệt độ lên tới khoảng 28.000°C, đủ cao để làm nóng chảy ki







Thể plasma

Ở nhiệt độ và áp suất bình thường, các khí tồn tại dưới dạng các nguyên tử (tạo thành từ hạt nhân gồm proton và neutron, có các electron quay quanh) hoặc các phân tử. Các plasma được tạo ra bằng cách phá vỡ các nguyên tử hoặc phân tử thành các electron tích điện âm và các hạt nhân tích điện dương hay các ion (xem trang 40). Trạng thái này có thể đạt được bằng cách đốt nóng khí đến nhiệt độ rất cao, hoặc truyền một dòng điện qua nó.

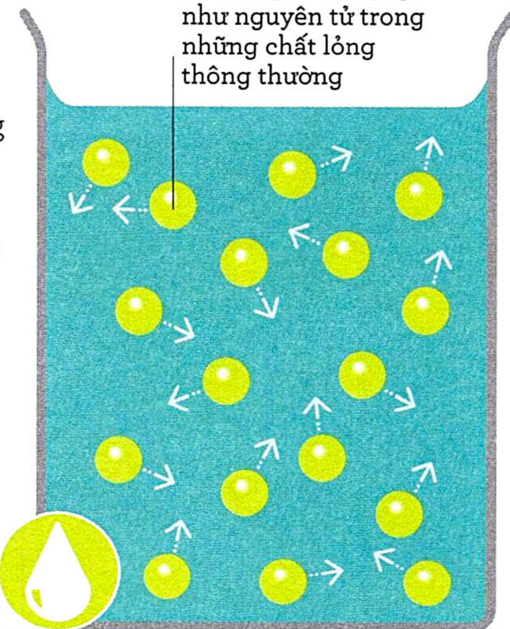
1 Chất khí ở nhiệt độ phòng
Trong một chất khí ở nhiệt độ phòng bình thường, các electron tích điện âm quay quanh hạt nhân của mỗi nguyên tử và cân bằng với điện tích dương của các proton trong mỗi hạt nhân nguyên tử. Kết quả là các nguyên tử trung hòa về điện.

2 Plasma tích điện
Ở thể plasma, electron bị tách ra khỏi nguyên tử, tạo thành các electron tích điện âm và các hạt nhân tích điện dương (các ion). Những electron và ion này có thể di chuyển tự do, do đó plasma có thể dẫn điện.



Các chất siêu dẫn và siêu lỏng

Ở nhiệt độ dưới 130 K (-143°C), một số vật liệu trở thành chất siêu dẫn – chúng cho phép dòng điện chạy qua mà không hề có điện trở. Ở nhiệt độ thấp hơn nữa, đồng vị (xem trang 34) phổ biến nhất của heli, heli-4, trở thành một chất siêu lỏng. Độ nhớt của nó giảm xuống còn bằng 0 và nó chảy đi mà không có lực cản. Ở nhiệt độ gần bằng độ 0 tuyệt đối (0 K/-273,15°C), một số chất chuyển sang trạng thái lạ gọi là ngưng tụ Bose-Einstein (xem trang 22). Thông thường, mỗi nguyên tử trong một chất hoạt động như một cá thể riêng lẻ, nhưng trong ngưng tụ Bose-Einstein, tất cả các nguyên tử lại hoạt động như một nguyên tử khổng lồ.



1 Heli lỏng
Ở áp suất khí quyển bình thường, heli-4 hóa lỏng ở khoảng 4 K (-269°C). Ở nhiệt độ này, nó hoạt động giống như bất kỳ chất lỏng nào khác, chảy làm đầy một vật chứa và ở trong vật chứa đó.



2 Heli siêu lỏng
Ở khoảng 2 K (-271°C), heli-4 trở thành siêu lỏng. Ở nhiệt độ này, nó bắt đầu có các biểu hiện kỳ lạ, chẳng hạn như chảy qua những lỗ siêu nhỏ trong các vật thể rắn và bám dọc trên thành của vật chứa.

Ứng dụng của chất siêu dẫn

Chất siêu dẫn chủ yếu được sử dụng để tạo ra nam châm điện cực mạnh, vốn đóng vai trò rất quan trọng trong các ứng dụng như máy quét cộng hưởng từ (MRI), tàu đệm từ, và máy gia tốc hạt dùng trong nghiên cứu cấu trúc của vật chất.



Máy quét MRI
Nam châm siêu dẫn được sử dụng trong máy quét MRI giúp tạo ra hình ảnh chi tiết các mô của cơ thể, chẳng hạn như não.



Máy gia tốc hạt
Một số máy gia tốc hạt dựa vào sức mạnh của nam châm siêu dẫn để dẫn hướng các hạt quay xung quanh bộ gia tốc.



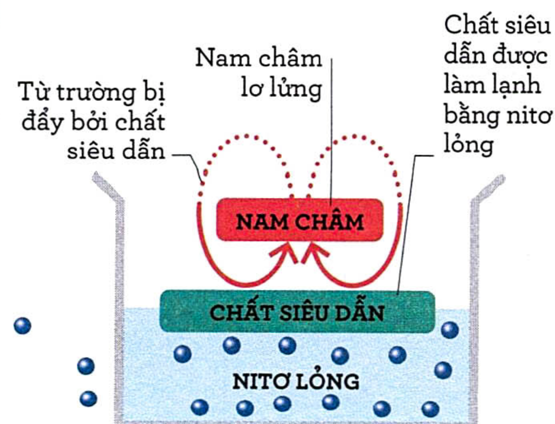
Bom xung điện từ
Các chất siêu dẫn được sử dụng trong bom xung điện từ để tạo ra xung điện từ cực mạnh nhằm vô hiệu hóa các thiết bị điện tử ở gần đó.

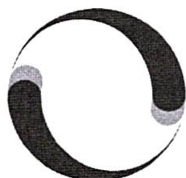


Tàu đệm từ
Các tàu đệm từ tốc độ cao sử dụng nam châm điện siêu dẫn để nâng các toa tàu lên, và cũng để cung cấp lực đẩy về phía trước.

HIỆU ỨNG MEISSNER

Các chất siêu dẫn không cho phép từ trường đi qua chúng. Thực ra, chúng còn đẩy từ trường, một hiện tượng được gọi là Hiệu ứng Meissner. Nếu nam châm được đặt phía trên vật liệu siêu dẫn đã được làm mát đến nhiệt độ tới hạn của nó (ở nhiệt độ này vật liệu trở thành siêu dẫn), chất siêu dẫn đó sẽ đẩy nam châm, khiến nó bay lên lơ lửng.





HELI SIÊU LỎNG SẼ QUAY MÃI MÃI NẾU ĐƯỢC KHUẤY LÊN

Chuyển đổi vật chất

Chất rắn, lỏng, khí và plasma là những trạng thái được biết đến nhiều nhất của vật chất, nhưng cũng có một trạng thái kỳ lạ khác được gọi là ngưng tụ Bose-Einstein. Chuyển đổi vật chất từ trạng thái này sang trạng thái khác có liên quan đến việc thêm vào hoặc lấy bớt năng lượng.

Thu năng lượng

Khi một chất thu năng lượng, các hạt của nó (nguyên tử hoặc phân tử) có thể rung hoặc di chuyển tự do hơn. Nếu bổ sung đủ năng lượng, liên kết giữa các hạt trong chất rắn hoặc chất lỏng có thể bị phá vỡ, làm thay đổi trạng thái của chất. Trong chất khí, năng lượng có thể tách các electron ra khỏi các hạt, tạo thành plasma.

0,01°C

LÀ ĐIỂM BA TRẠNG THÁI CỦA NƯỚC, TẠI ĐÓ NÓ CÓ THỂ LÀ CHẤT RẮN, LỎNG VÀ KHÍ CÙNG MỘT LÚC



THĂNG HOA

Một số chất rắn, chẳng hạn như carbon dioxide đông lạnh ("đá khô"), chuyển thẳng từ pha rắn sang pha khí. Bất kỳ chất nào cũng có thể thăng hoa trong điều kiện nhiệt độ và áp suất phù hợp, nhưng thăng hoa tương đối hiếm thấy trong điều kiện bình thường.

NÓNG CHẢY

Khi năng lượng của một chất rắn tăng lên, liên kết giữ các hạt lại với nhau sẽ rung nhiều hơn. Cuối cùng những liên kết đó bị phá vỡ, và chất rắn chuyển sang thể lỏng. Các hạt của nó vẫn hút lẫn nhau, nhưng chúng có thể di chuyển tự do hơn.

CHẤT LỎNG

Trong chất lỏng, các nguyên tử hoặ phân tử liên kế với nhau ít chặ chẽ hơn so vớ trong chất rắn và tự do chảy

MỨC NĂNG LƯỢNG

THẤP

CHẤT RẮN

Trong chất rắn, các nguyên tử hoặc phân tử được liên kết chặt chẽ với nhau thành một hình dạng vững chắc.

NGƯNG TỤ BOSE-EINSTEIN

Một trạng thái kỳ lạ của vật chất trong đó các nguyên tử có rất ít năng lượng, chúng hoạt động như thể tất cả chúng ở khắp mọi nơi cùng một lúc, giống như một nguyên tử duy nhất. Hầu hết các chất không hình thành dạng ngưng tụ Bose-Einstein.

ĐÓNG BĂNG

Khi chất lỏng mất đi năng lượng, các nguyên tử hoặc phân tử của nó di chuyển chậm lại và lực hấp dẫn giữa các hạt kéo chúng lại gần nhau hơn. Các hạt có thể được sắp xếp theo một trật tự nhất định, tạo thành một chất rắn kết tinh, hoặc sắp xếp ngẫu nhiên hơn, tạo thành một chất rắn vô định hình.

SIÊU LẠNH

Làm lạnh các dạng khí của một số chất đến khoảng vài phần triệu trên độ 0 tuyệt đối (0 K/-273,15°C) sẽ làm giảm năng lượng của các nguyên tử đến mức chúng gần như bất động và khiến chúng kết tụ lại với nhau.



ION HÓA

Trong môi trường giàu năng lượng, các electron tách khỏi các nguyên tử hoặc phân tử của chúng, tạo ra plasma. Gồm các electron tích điện âm và các ion tích điện dương (là các nguyên tử hoặc phân tử bị mất electron), plasma được tìm thấy trong các ngôi sao, đèn neon và màn hình plasma.

PLASMA

Đôi khi được gọi là trạng thái thứ tư của vật chất, plasma bao gồm một "đám mây" các electron tự do và các ion tích điện dương.

BAY HƠI

Ngay cả ở nhiệt độ thấp, một số hạt ở bề mặt chất lỏng có đủ năng lượng để thoát khỏi chất lỏng dưới dạng hơi. Càng nhiều năng lượng, bay hơi càng nhiều. Tại điểm sôi của một chất, ngay cả các hạt không ở bề mặt cũng có đủ năng lượng để thoát ra dưới dạng hơi.

CHẤT KHÍ

Trong một chất khí, các nguyên tử hoặc phân tử di chuyển tự do vì giữa chúng không có liên kết.

CAO

TÁI HỢP

Tái hợp là khi plasma chuyển đổi trở lại thành chất khí. Khi năng lượng của plasma giảm xuống, các ion dương thu lại các electron tự do và chất chuyển về pha khí – ví dụ như khi ta tắt đèn neon.

NGƯNG TỤ

Ngược lại với quá trình bay hơi, ngưng tụ xảy ra khi nhiệt độ giảm và các nguyên tử hoặc phân tử khí mất năng lượng ra môi trường xung quanh. Các hạt trong chất khí di chuyển chậm dần, và khí ngưng tụ thành chất lỏng.

LẮNG ĐỌNG

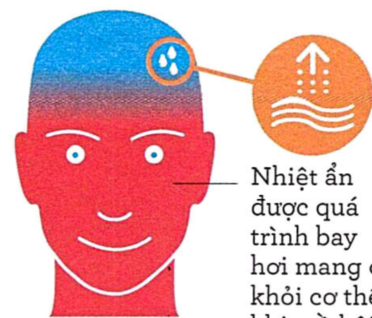
Ngược lại với quá trình thăng hoa, lắng đọng là khi một chất khí chuyển trực tiếp thành chất rắn mà không trải qua pha lỏng. Sương giá là một ví dụ phổ biến – nó xảy ra khi hơi nước trong không khí đông cứng trên các bề mặt trong điều kiện rất lạnh.

Mất năng lượng

Khi một chất mất năng lượng, các nguyên tử hoặc phân tử của nó di chuyển chậm hơn. Nếu mất một lượng lớn năng lượng, chất này có thể thay đổi trạng thái, thường là từ plasma sang khí, lỏng, cuối cùng là rắn. Tuy nhiên, trong một số điều kiện, một số chất có thể bỏ qua các pha trạng thái khi chúng chuyển đổi – chẳng hạn như trong quá trình lắng đọng hơi nước thành sương giá.

NHIỆT ẨN

Nhiệt ẩn là năng lượng được giải phóng hoặc hấp thụ bởi một chất khi thay đổi pha trạng thái. Mồ hôi khiến chúng ta cảm thấy mát mẻ hơn vì sự bốc hơi của mồ hôi hấp thụ nhiệt từ da.



Bên trong một nguyên tử

Suốt một thời gian dài, các nguyên tử được cho là không thể bị phân tách, nhưng giờ đây ta đã biết rằng chúng được tạo thành từ các proton, neutron và electron. Số lượng của mỗi hạt này xác định nguyên tử là gì và có tính chất hóa học và vật lý thế nào.

Cấu trúc của một nguyên tử

Một nguyên tử bao gồm một hạt nhân nằm ở vị trí trung tâm, bao quanh bởi một hoặc nhiều electron. Hạt nhân chứa các proton tích điện dương và, trừ trường hợp hydro, còn chứa các neutron trung hòa về điện. Hầu hết khối lượng của một nguyên tử tập trung ở hạt nhân. Xung quanh hạt nhân, các electron siêu nhỏ, tích điện âm được giữ tại chỗ do lực hút của các proton tích điện dương. Một nguyên tử luôn có cùng số proton và electron, do đó các điện tích dương và âm sẽ triệt tiêu lẫn nhau, làm cho nguyên tử trung hòa về điện.

Cấu trúc của một nguyên tử heli

Mỗi nguyên tử heli có hai proton và hai neutron trong hạt nhân nằm ở trung tâm của nó, quay quanh là hai electron.

Proton trong hạt nhân

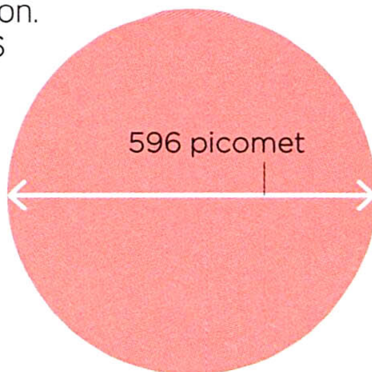
Neutron trong hạt nhân

Lực hút giữa các electron tích điện âm và các proton tích điện dương trong hạt nhân

Vùng nơi electron ít có khả năng được tìm thấy

KÍCH THƯỚC NGUYÊN TỬ

Nguyên tố có nguyên tử nhỏ nhất là hydro, chỉ bao gồm một proton và một electron. Đường kính của nó là khoảng 106 picomet (một phần nghìn tỷ mét). Caesi là một trong những nguyên tử lớn nhất. Nó có 55 electron quay quanh hạt nhân và lớn hơn nguyên tử hydro khoảng sáu lần, với đường kính khoảng 596 picomet.

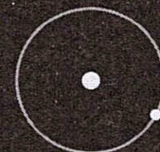


106 picomet



Hydro

Caesi



99%

MỘT NGUYÊN TỬ HYDRO LÀ KHÔNG GIAN TRỐNG



Electron

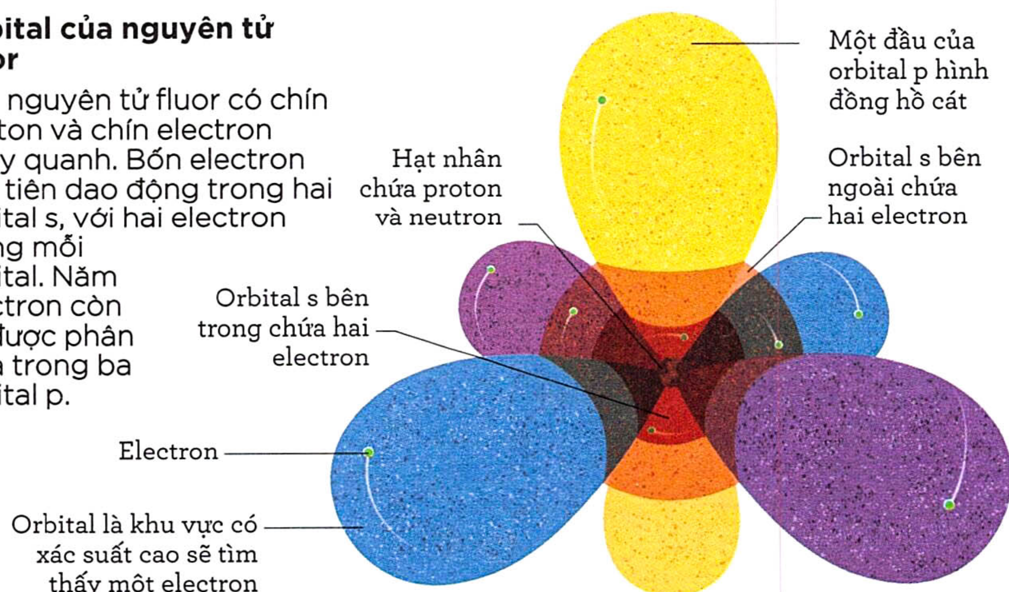
Vùng nơi electron nhiều khả năng được tìm thấy nhất

Orbital electron

Các electron không quay quanh hạt nhân như cách các hành tinh quay quanh Mặt Trời. Do ảnh hưởng của các hiệu ứng lượng tử (xem trang 30), không thể xác định chính xác vị trí của electron. Thay vào đó, chúng tồn tại trong các khu vực được gọi là orbital. Đó là những vùng không gian xung quanh hạt nhân, nơi các electron có nhiều khả năng được tìm thấy nhất. Có bốn loại orbital chính: orbital s, có dạng hình cầu; orbital p, có hình đồng hồ cát; orbital d và orbital f, với các hình dạng phức tạp hơn. Mỗi orbital có thể chứa tối đa hai electron và các electron được xếp vào orbital theo thứ tự, bắt đầu từ gần hạt nhân nhất.

Orbital của nguyên tử fluor

Các nguyên tử fluor có chín proton và chín electron quay quanh. Bốn electron đầu tiên dao động trong hai orbital s, với hai electron trong mỗi orbital. Năm electron còn lại được phân chia trong ba orbital p.



Số hiệu nguyên tử và nguyên tử khối

Các nhà khoa học sử dụng một vài con số và phép đo để định lượng tính chất của các nguyên tử. Chúng bao gồm số hiệu nguyên tử và các phép đo khác nhau để xác định khối lượng nguyên tử.

Khái niệm	Định nghĩa
Số hiệu nguyên tử	Số lượng proton trong một nguyên tử. Một nguyên tố được xác định bởi số hiệu nguyên tử của nó, vì tất cả các nguyên tử của một nguyên tố đều có cùng số proton. Ví dụ, tất cả các nguyên tử có tám proton đều là nguyên tử oxy.
Nguyên tử khối	Tổng khối lượng proton, neutron và electron của một nguyên tử. Số lượng neutron trong các nguyên tử của một nguyên tố cụ thể có thể thay đổi, tạo ra các đồng vị khác nhau của nguyên tố đó (xem trang 34). Điều này có nghĩa là các đồng vị khác nhau có nguyên tử khối khác nhau. Đơn vị được sử dụng để đo nguyên tử khối được gọi là đơn vị khối lượng nguyên tử (u) – một u là một phần mười hai khối lượng của một nguyên tử carbon-12, một đồng vị phổ biến của carbon, do đó nó còn được gọi là đơn vị carbon.
Nguyên tử khối trung bình	Khối lượng trung bình của một đồng vị của một nguyên tố.
Số khối	Tổng số proton và neutron trong một nguyên tử.

KHỐI LƯỢNG CỦA MỘT ELECTRON LÀ BAO NHIÊU?

Một electron cực kỳ nhẹ, chỉ bằng một phần hai nghìn (1/2.000) khối lượng của một proton.

Thế giới hạ nguyên tử

Các nguyên tử được tạo thành từ các đơn vị nhỏ hơn gọi là các hạt hạ nguyên tử. Chúng có hai loại: hạt cấu thành vật chất và hạt mang lực. Hạt hạ nguyên tử kết hợp để tạo thành các hạt và lực khác nhau, bao gồm cả một số có tính chất kỳ lạ.

Cấu trúc hạ nguyên tử

Các electron trong nguyên tử không thể được phân chia thêm nữa, nhưng proton và neutron thì có thể. Mỗi hạt được tạo thành từ ba hạt quark – các hạt hạ nguyên tử trong một họ gọi là fermion. Fermion là các hạt vật chất, và mọi vật chất được tạo thành từ các quark (kết hợp giữa các "hương", hay các loại) cùng với lepton (cũng là một loại fermion, bao gồm electron). Mỗi fermion có một phản hạt tương ứng, cùng khối lượng nhưng có điện tích trái dấu – ví dụ, các phản hạt của electron là positron. Sự kết hợp của các phản hạt tạo thành phản vật chất.

Các hạt sơ cấp

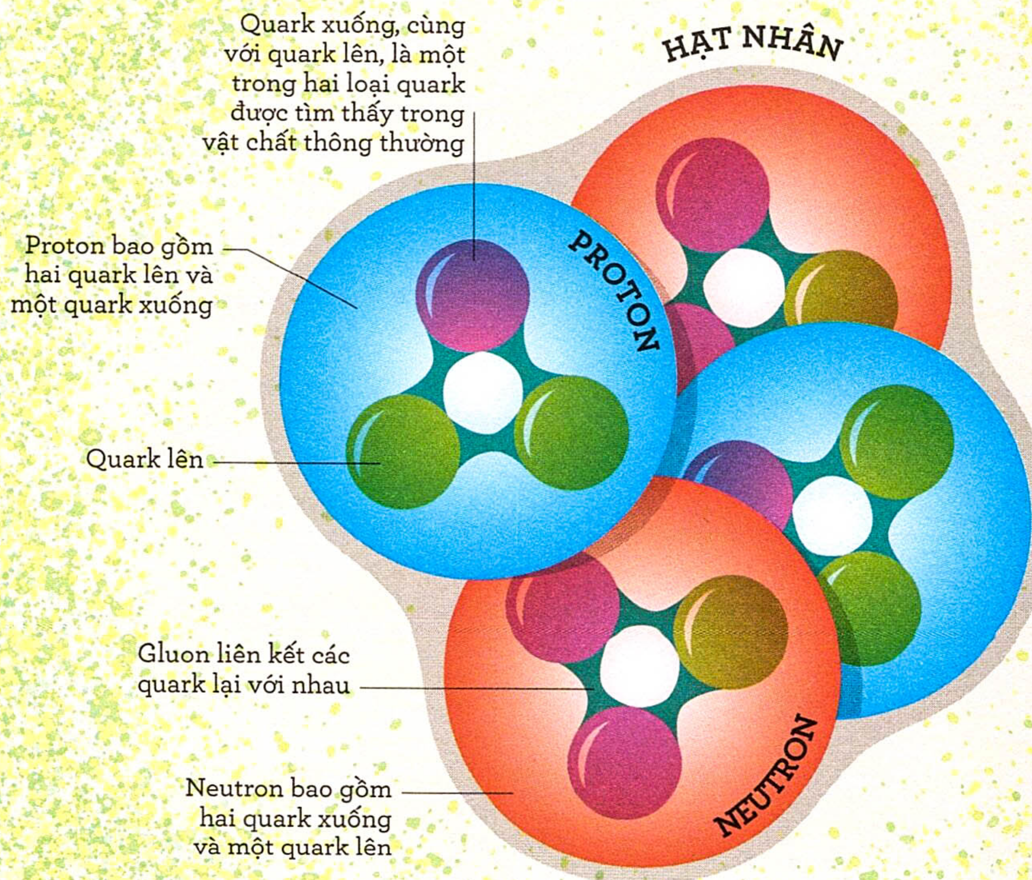
Suốt một thời gian dài, các nhà khoa học tin rằng proton và neutron là các hạt sơ cấp, không thể phân chia được, nhưng bây giờ ta đã biết rằng chúng được tạo nên bởi các hạt quark. Tuy nhiên, các electron và các hạt quark có lẽ chính là các hạt sơ cấp rồi.

THUẬT NGỮ "QUARK" ĐƯỢC LẤY CẢM HỨNG TỪ TIỂU THUYẾT *FINNEGANS WAKE* CỦA JAMES JOYCE

LIỆU CÓ TỒN TẠI MỘT HẠT TRỌNG LỰC?

Các nhà khoa học nghĩ rằng có một hạt mang lực hấp dẫn gọi là hạt graviton. Sự tồn tại của graviton vẫn chưa được xác nhận bằng thực nghiệm.









CÁC HẠT HẠ NGUYÊN TỬ

FERMION là các hạt vật chất. Chúng cấu tạo nên thành phần vật chất của các nguyên tử, như proton, neutron và electron.

BOSON là các hạt mang lực. Chúng đóng vai trò là cầu nối mang lực giữa các hạt khác.

FERMION SƠ CẤP là các hạt vật chất không được tạo thành từ các hạt khác.

Quark
- Quark lên
- Quark xuống
- Quark duyên
- Quark lạ
- Quark đỉnh
- Quark đáy

Lepton
- Electron
- Electron neutrino
- Muon
- Muon neutrino
- Tau
- Tau neutrino

HADRON là các hạt tổ hợp, được tạo thành từ một số hạt quark.

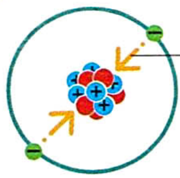
Baryon là fermion tổ hợp bao gồm ba quark.
- **Proton**: Hai quark lên + một quark xuống + ba gluon
- **Neutron**: Hai quark xuống + một quark lên + ba gluon
- **Lambda**: Một quark xuống + một quark lên + một quark lạ + ba gluon
- **Rất nhiều các hạt khác**

Meson là các boson tổ hợp có chứa quark và phản quark.
- **Pion dương**: Một quark lên + một phản quark xuống
- **Kaon âm**: Một quark lạ + một phản quark lên
- **Rất nhiều các hạt khác**

BOSON SƠ CẤP là các hạt mang lực không được tạo thành từ các hạt khác.
- Photon
- Gluon
- Boson W+
- Boson W-
- Boson Z
- Hạt Higgs

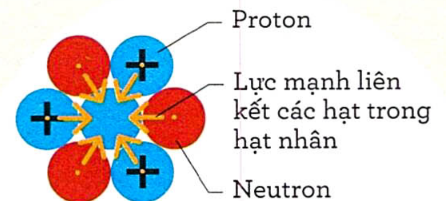
Các lực cơ bản

Thay vì lực đẩy và kéo đơn giản, các lực trong thế giới hạ nguyên tử được mang bởi các hạt. Hãy tưởng tượng hai người trượt băng ném bóng trên sân băng; quả bóng mang năng lượng từ người trượt băng thứ nhất, tác dụng một lực lên người thứ hai, vì vậy người trượt băng thứ hai sẽ di chuyển khi bắt được bóng.



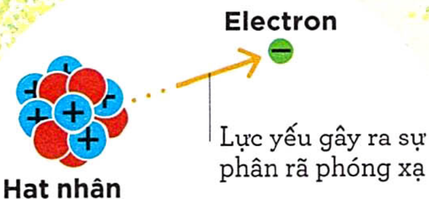
Lực điện từ

Tương tác giữa các hạt tích điện được mang bởi photon, là các hạt không có khối lượng, di chuyển với tốc độ ánh sáng.



Lực hạt nhân mạnh

Lực hạt nhân mạnh liên kết các quark lại với nhau, chống lại lực đẩy điện từ trong các proton và neutron. Lực này hoạt động trong phạm vi ngắn và được mang bởi gluon.



Lực hạt nhân yếu

Trong quá trình phân rã phóng xạ, các hạt bị đẩy ra khỏi hạt nhân khi loại quark thay đổi – điều này được thực hiện bởi các boson W và Z, mang lực yếu.



Trọng lực

Trọng lực là một lực hấp dẫn hoạt động trong phạm vi vô hạn, vì vậy hạt chưa được phát hiện của loại lực này phải di chuyển với tốc độ ánh sáng.

Sóng và hạt

Sóng và hạt dường như là hai khái niệm hoàn toàn khác nhau: ánh sáng là sóng và nguyên tử là hạt. Tuy nhiên, đôi khi sóng, chẳng hạn như ánh sáng, hoạt động như các hạt, và hạt, chẳng hạn như electron, hoạt động như sóng. Hiện tượng này được gọi là lưỡng tính sóng-hạt.

CÓ PHẢI TẤT CẢ CÁC HẠT ĐỀU CÓ TÍNH CHẤT SÓNG?

Có vẻ như không chỉ là các hạt nhỏ như electron mới có thể hoạt động như sóng. Một số phân tử lớn với hơn 800 nguyên tử cũng hoạt động giống như sóng trong các thí nghiệm hai khe hẹp – mặc dù chúng ta chưa biết liệu có phải mọi phân tử lớn đều hoạt động theo cách này.

Ánh sáng như sóng

Thí nghiệm hai khe hẹp (thí nghiệm khe Young) là một cách đơn giản cho thấy ánh sáng có tính chất sóng. Ánh sáng được chiếu qua hai màn, màn đầu tiên có một khe để tạo ra chùm ánh sáng hẹp, và màn thứ hai có hai khe để chia ánh sáng làm hai. Sau khi được phân chia, ánh sáng chiếu vào màn hình quan sát, nơi nó tạo ra một loạt các dải sáng và tối xen kẽ. Nếu ánh sáng chỉ hoạt động như các hạt, kết quả thu được sẽ rất khác.

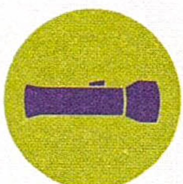
Các hạt ánh sáng

Nếu ánh sáng chỉ hoạt động như các hạt đơn giản, ví dụ hạt cát, một số sẽ đi qua một khe và số khác sẽ đi qua khe còn lại, kết quả thu được sẽ chỉ là hai dải ánh sáng riêng biệt trên màn hình quan sát. Tuy nhiên, những gì thực sự xảy ra khi ánh sáng được truyền qua hai khe là rất khác (xem bên dưới).



Các sóng ánh sáng

Sau khi đi qua các khe, ánh sáng tạo thành dạng gợn sóng, giống như khi ta ném một hòn đá xuống ao. Các gợn sóng tương tác với nhau, tạo ra một loạt các dải sáng và tối – một mô hình giao thoa – trên màn hình quan sát.



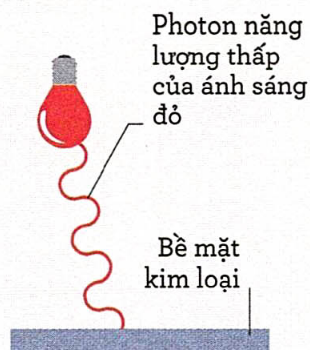


NĂM 2015, CÁC NHÀ KHOA HỌC ĐÃ CHỤP ĐƯỢC BỨC ẢNH ĐẦU TIÊN CHO THẤY ÁNH SÁNG CÓ CẢ HAI TÍNH CHẤT SÓNG VÀ HẠT



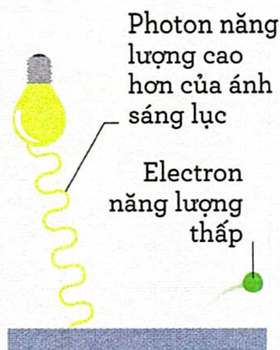
Ánh sáng như hạt

Khi được chiếu sáng, kim loại có thể phát ra các electron, nhưng chỉ khi ta sử dụng ánh sáng có bước sóng (màu) phù hợp. Hiệu ứng này – được gọi là hiệu ứng quang điện – xảy ra vì ánh sáng đóng vai trò như các hạt. Các photon (hạt) của ánh sáng đỏ với bước sóng dài có năng lượng ít hơn so với các photon có bước sóng ngắn hơn (chẳng hạn như trong ánh sáng lục và tia cực tím), và do đó không đủ để cho các electron thoát ra khỏi kim loại.



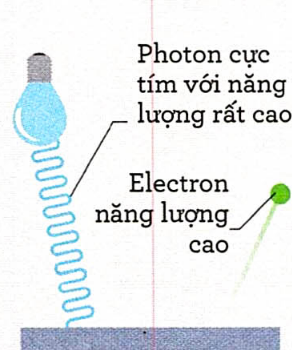
Ánh sáng đỏ

Photon của ánh sáng đỏ có quá ít năng lượng để khiến hầu hết các kim loại phát ra các electron từ bề mặt của chúng, dù đèn có sáng tới đâu.



Ánh sáng lục

Photon của ánh sáng lục có nhiều năng lượng hơn ánh sáng đỏ – đủ năng lượng để cho phép các electron thoát ra khỏi bề mặt kim loại.



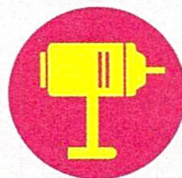
Tia cực tím

Photon của tia cực tím có năng lượng rất cao, vì vậy chúng kích thích sự giải phóng các electron năng lượng cao khỏi bề mặt kim loại.

Lưỡng tính sóng-hạt

Khi thí nghiệm hai khe hẹp được thực hiện với các hạt, chẳng hạn như electron hoặc nguyên tử, mô hình giao thoa gồm các vân sáng và tối cũng được tạo ra, giống như xảy ra với sóng. Các hạt do đó cũng có tính chất sóng – gọi là lưỡng tính sóng-hạt. Nếu các electron được bắn ra từng hạt một, ta cũng sẽ thu được mô hình giao thoa tương tự, bởi vì các tính chất giống như sóng của hạt khiến chúng tự giao thoa với nhau.

SÚNG ELECTRON



Electron được bắn ra từng hạt

Vân giao thoa hiện trên màn hình quan sát

MÀN HÌNH HAI KHE

MÀN HÌNH QUAN SÁT

MÀN HÌNH QUAN SÁT

Giao thoa

Khi hai sóng cùng pha, gặp nhau tại cùng một điểm của chu kỳ (đỉnh với đỉnh, đáy với đáy), chúng sẽ cộng hưởng với nhau. Khi chúng ngược pha (một đỉnh gặp một đáy), chúng triệt tiêu lẫn nhau.



Vân sáng nơi sóng ánh sáng tăng cường lẫn nhau (giao thoa tăng cường)

Hình ảnh ở phía trước màn hình quan sát



Vân tối nơi sóng ánh sáng triệt tiêu lẫn nhau (giao thoa triệt tiêu)

Thế giới lượng tử

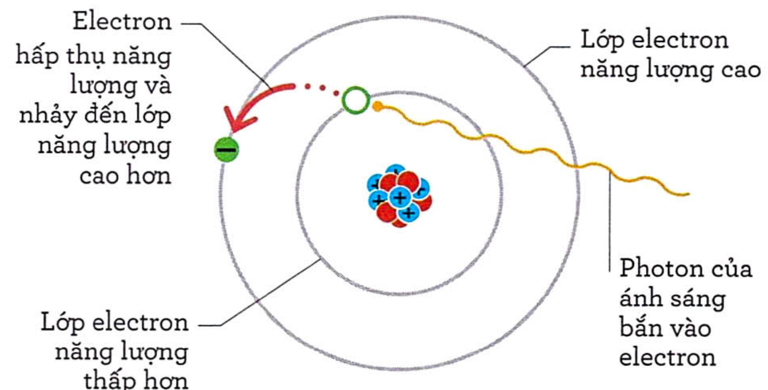
Ở cấp độ hạ nguyên tử, sự vật không còn hoạt động theo cách chúng ta đã quen thuộc trong cuộc sống hằng ngày. Các hạt vừa có thể hoạt động như sóng vừa có thể hoạt động như hạt, sự thay đổi năng lượng xảy ra trong các bước nhảy – được gọi là bước nhảy lượng tử – và các hạt có thể ở trạng thái không xác định cho đến khi chúng được quan sát.

Gói năng lượng

Một lượng tử là lượng nhỏ nhất có thể có của bất kỳ thuộc tính vật lý nào, chẳng hạn như năng lượng hoặc vật chất. Ví dụ, lượng bức xạ điện từ nhỏ nhất, chẳng hạn như ánh sáng, là một photon. Lượng tử là đại lượng không thể phân tách – chúng chỉ có thể tồn tại dưới dạng bội số nguyên của một lượng tử.

Bước nhảy lượng tử

Các electron trong nguyên tử chỉ có thể nhảy trực tiếp từ một mức năng lượng, hoặc lớp vỏ, sang một mức khác – một "bước nhảy lượng tử"; chúng không thể chiếm một mức năng lượng trung gian. Khi chúng di chuyển giữa các lớp vỏ, các electron hấp thụ hoặc phát ra năng lượng.

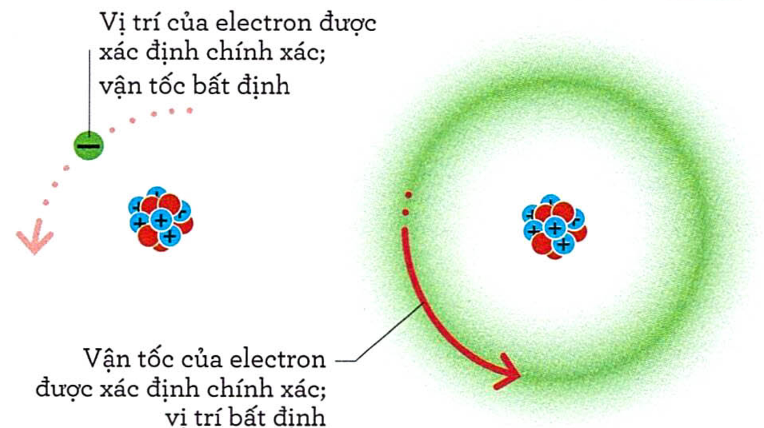


Nguyên lý bất định

Trong thế giới lượng tử, không thể cùng biết chính xác cả vị trí lẫn vận tốc của một hạt hạ nguyên tử, chẳng hạn như electron hoặc photon. Hiệu ứng này, được gọi là nguyên lý bất định, xảy ra là bởi việc đo lường một đại lượng sẽ làm nhiễu hạt, khiến cho phép đo của đại lượng còn lại không chính xác.

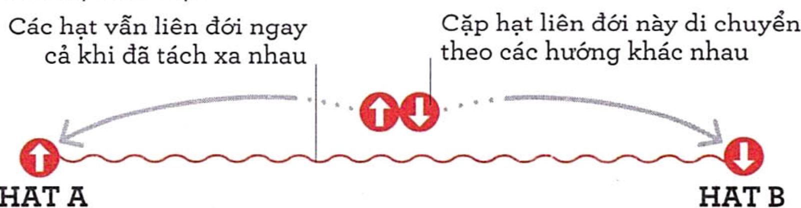
Vị trí hay vận tốc?

Vị trí và vận tốc của một electron không thể cùng được xác định chính xác. Biết được vị trí của nó càng chính xác thì tốc độ của nó càng không chính xác và ngược lại.



RỐI LƯỢNG TỬ

Rối lượng tử (vướng víu lượng tử) là một hiệu ứng kỳ lạ, theo đó một cặp hai hạt hạ nguyên tử, chẳng hạn như electron, liên đới với nhau, hay còn gọi là vướng víu, và chúng vẫn luôn được kết nối ngay cả khi cách nhau một khoảng cách vật lý cực xa (ví dụ, trong các thiên hà khác nhau). Kết quả là, việc tác động lên một hạt ngay lập tức làm thay đổi hạt còn lại. Tương tự, đo các thuộc tính của một hạt ngay lập tức cung cấp thông tin về các thuộc tính của hạt còn lại.



LIỆU CÓ THỂ XẢY RA DỊCH CHUYỂN TỨC THỜI?

Sử dụng rối lượng tử, các nhà nghiên cứu đã dịch chuyển thông tin qua một khoảng cách khoảng 1.200 km. Tuy nhiên, việc dịch chuyển tức thời một vật thể vẫn chỉ tồn tại trong khoa học viễn tưởng.

Âm giới lượng tử

Trong thế giới lượng tử, các hạt tồn tại trong một loại "thế giới bên kia" cho đến khi chúng được quan sát. Ví dụ, một nguyên tử phóng xạ có thể ở trạng thái không xác định, trong đó nó vừa phân rã, giải phóng bức xạ, lại vừa không phân rã. Trạng thái trung gian này được gọi là chồng chất. Chỉ khi một hạt được quan sát hoặc đo lường thì nó mới "quyết định" trạng thái của mình, hay nói một cách khoa học hơn, nó không còn chồng chất nữa. Sự chồng chất ngụ ý rằng các sự kiện hạ nguyên tử sẽ không bao giờ được xác định rõ ràng, cho đến khi chúng được quan sát – một ý tưởng khiến nhà vật lý Erwin Schrödinger nghĩ ra một thí nghiệm tưởng tượng nổi tiếng, được gọi là Con mèo của Schrödinger.

Con mèo của Schrödinger

Một con mèo bị nhốt trong hộp cùng một chai thuốc độc và một lượng chất phóng xạ. Nếu chất phóng xạ bắt đầu phân rã và phát ra bức xạ, bức xạ này sẽ được bộ đếm Geiger phát hiện và theo đó kích hoạt việc đập một cái búa để làm vỡ chai thuốc độc, giết chết con mèo. Tuy nhiên, phân rã phóng xạ diễn ra ngẫu nhiên, vì vậy không thể biết được con mèo còn sống hay đã chết nếu không nhìn vào trong hộp – thực tế, con mèo ở trạng thái "vừa sống vừa chết" cho đến khi ta mở hộp.

CÓ MỘT HỐ MẶT TRĂNG ĐƯỢC ĐẶT THEO TÊN ERWIN SCHRÖDINGER



Búa được kích hoạt bởi bộ đếm Geiger

Chai thuốc độc

Mèo ở một trong hai trạng thái có thể (còn sống)

Mèo ở trạng thái còn lại (đã chết)

Bộ đếm Geiger phát hiện sự phân rã phóng xạ

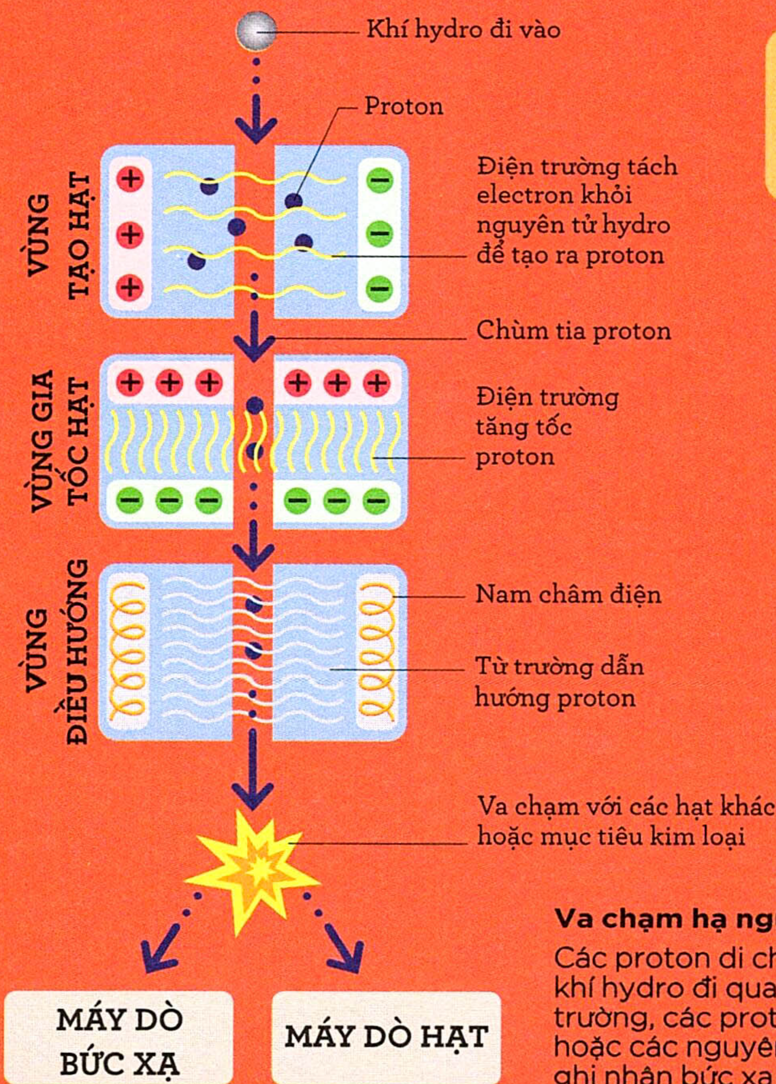
Chất phóng xạ

Máy gia tốc hạt

Máy gia tốc hạt là các thiết bị giúp tăng vận tốc của các hạt hạ nguyên tử đến mức gần tốc độ ánh sáng nhằm nghiên cứu các câu hỏi cơ bản về vật chất, năng lượng và Vũ trụ.

Máy gia tốc hoạt động như thế nào?

Máy gia tốc hạt sử dụng điện trường tạo bởi điện áp cao và từ trường mạnh để tạo ra chùm hạt hạ nguyên tử năng lượng cao, chẳng hạn như proton hoặc electron, cho chúng va chạm vào nhau hoặc bắn vào một mục tiêu kim loại. Nhiều máy gia tốc hạt có dạng hình tròn, giúp hạt có thể quay thật nhiều vòng, tăng thêm năng lượng sau mỗi lần quay, trước khi cuối cùng va chạm.



Va chạm hạ nguyên tử

Các proton di chuyển nhanh được tạo ra bằng cách dẫn khí hydro đi qua điện trường. Được điều hướng bởi từ trường, các proton va chạm với các hạt hạ nguyên tử khác hoặc các nguyên tử trong một miếng kim loại. Máy dò sẽ ghi nhận bức xạ hoặc các hạt nẩy ra từ vụ va chạm.

Nghiên cứu thế giới hạ nguyên tử

Máy gia tốc hạt được sử dụng chủ yếu để nghiên cứu vật chất và năng lượng ở cấp độ hạ nguyên tử, nhưng chúng cũng đã được sử dụng để nghiên cứu vật chất tối (xem trang 206) và các điều kiện ngay sau khi diễn ra Vụ Nổ Lớn (xem trang 202). Cùng với việc được sử dụng để khám phá hạt Higgs, các máy gia tốc cũng góp phần phát hiện ra các hạt hạ nguyên tử kỳ lạ khác, như ngũ quark, một loại hạt tổng hợp bao gồm bốn hạt quark và một phản quark, có thể tồn tại trong siêu tân tinh.

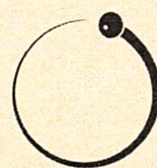
CMS

CMS – Compact Muon Solenoid (Cuộn dây điện từ Hạt Muon Thu gọn) – một máy dò hạt tham gia tìm kiếm các hạt có thể tạo thành vật chất tối. Cùng với ATLAS, CMS đã tham gia vào việc phát hiện ra hạt Higgs

Chùm hạt di chuyển theo một hướng

Chùm hạt di chuyển theo hướng ngược lại





CÁC HẠT ĐI HẾT VÒNG TRÒN 27 KM CỦA LHC HƠN 11.000 LẦN MỖI GIÂY

LHCb – Large Hadron Collider beauty (Vẻ đẹp của LHC) – một máy dò hạt tham gia vào nghiên cứu các lực và các hạt sơ cấp, như quark

Khoảng chân không bên trong máy

LHCb

Dòng proton đi vào máy

Máy Gia tốc hạt Lớn

Là máy gia tốc hạt lớn nhất từng được chế tạo, Máy Gia tốc hạt Lớn (Large Hadron Collider, LHC) tạo ra các chùm proton, tăng tốc chúng đến gần với tốc độ ánh sáng, và sau đó cho chúng va chạm với nhau để nghiên cứu các hạt từ vụ va chạm. LHC đã thực hiện nhiều loại thí nghiệm, nhưng việc phát hiện ra hạt Higgs có lẽ là thành tựu nổi tiếng nhất của nó.

ATLAS – A Toroidal LHC Apparatus (Bộ Phân tích Hạt Hình xuyến của LHC) – một máy dò hạt năng lượng cao, cùng với CMS, đã tham gia vào việc phát hiện ra hạt Higgs

SPS

ATLAS

SPS – Super Proton Synchrotron (Siêu Đồng bộ Proton) – tạo ra và tăng tốc các chùm proton đưa vào LHC

Dòng proton đi vào máy

ALICE

Hạt va chạm

ALICE – A Large Ion Collider Experiment (Bộ Thí nghiệm Va chạm Ion Lớn) – một máy dò nghiên cứu về trạng thái vật chất được tin là tồn tại ngay sau Vụ Nổ Lớn

HẠT HIGGS

Hạt Higgs là thành phần của một trường – được gọi là trường Higgs – tạo ra khối lượng thông qua sự tương tác của nó với các hạt khác, chẳng hạn như photon và electron. Các hạt Higgs có thể đem so sánh với một bông tuyết trong một bãi tuyết. Bãi tuyết – trường Higgs – có tương tác khác nhau với các vật thể khác nhau: một vật thể tương tác mạnh với trường (chìm sâu trong tuyết) có khối lượng lớn; vật tương tác yếu hơn (nằm trên bề mặt tuyết) sẽ có khối lượng nhỏ; và vật không tương tác với trường thì hoàn toàn không có khối lượng.

Các hạt tương tác mạnh đáng kể với trường Higgs có khối lượng lớn

Các hạt không tương tác với trường Higgs (như photon) thì không có khối lượng



Trường Higgs được tạo thành từ các hạt Higgs, giống như những bông tuyết tạo thành một bãi tuyết

Các hạt tương tác yếu với trường Higgs có khối lượng nhỏ

Các nguyên tố

Các nguyên tố chỉ chứa một loại nguyên tử, do đó chúng không thể bị phân chia hóa học thành các phần nhỏ hơn. Các nguyên tử có sự khác nhau về số lượng proton, neutron và electron mà chúng chứa, nhưng proton là thành phần chính giúp xác định một nguyên tố. Bảng tuần hoàn các nguyên tố là cách sắp xếp chúng theo số lượng proton có trong hạt nhân của một nguyên tử.

Nguyên tử khối trung bình – khối lượng nguyên tử trung bình của một đồng vị của một nguyên tố (xem trang 25); nếu số được đặt trong ngoặc thì đó là nguyên tử khối của đồng vị bền nhất của một nguyên tố phóng xạ

Số hiệu nguyên tử – số lượng proton trong hạt nhân của một nguyên tử (xem trang 25)

1 1.008 **H** HYDRO

Ký hiệu hóa học – tên viết tắt của một nguyên tố

Tên đầy đủ của nguyên tố

Bảng tuần hoàn

Các nguyên tố được sắp xếp trong bảng tuần hoàn theo số hiệu nguyên tử – tức số lượng proton của chúng. Trong bảng này, số nguyên tử tăng dần từ trái sang phải theo một hàng. Vị trí của một nguyên tố trong bảng tuần hoàn cũng cho ta biết thêm về nó; ví dụ, các nguyên tố trong cùng một cột có phản ứng theo những cách tương tự nhau.

Chu kỳ – Hàng, được đánh số từ 1 đến 7; tất cả các nguyên tố trong một chu kỳ có cùng số lớp vỏ electron

Nhóm – Cột, được đánh số từ 1 đến 18; các nguyên tố trong một nhóm có cùng số electron ở lớp vỏ ngoài cùng và có tính chất hóa học tương tự nhau

	1	2	3	4	5	6	7
1	1 1.008 H Hydro						
2	3 6.94 Li Lithi	4 9.0122 Be Beryli					
3	11 22.990 Na Natri	12 24.305 Mg Magnesi					
4	19 39.098 K Kali	20 40.078 Ca Calci	21 44.956 Sc Scandi	22 47.867 Ti Titan	23 50.942 V Vanadi	24 51.996 Cr Chromi	25 54.938 Mn Mangan
5	37 85.468 Rb Rubidi	38 87.62 Sr Stronti	39 88.906 Y Ytri	40 91.224 Zr Zirconi	41 92.906 Nb Niobi	42 95.95 Mo Molypden	43 (98) Tc Techneti
6	55 132.91 Cs Caesi	56 137.33 Ba Bari	57–71	72 178.49 Hf Hafni	73 180.95 Ta Tantal	74 183.84 W Wolfram	75 186.21 Re Rheni
7	87 (223) Fr Franci	88 (226) Ra Radi	89–103	104 (267) Rf Rutherfordi	105 (268) Db Dubni	106 (269) Sg Seaborgi	107 (270) Bh Bohri

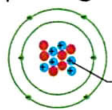
57 138.91 La Lanthan	58 140.12 Ce Ceri	59 140.91 Pr Praseodymi	60 144.24 Nd Neodymi
89 (227) Ac Actini	90 232.04 Th Thori	91 231.04 Pa Protactini	92 238.03 U Urani

Trật tự các nguyên tố

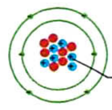
Số hiệu nguyên tử trong bảng tuần hoàn tăng dần theo chiều từ trái qua phải, từ trên xuống dưới. Các nguyên tố kim loại nằm bên trái của bảng, phi kim ở bên phải.

ĐỒNG VỊ

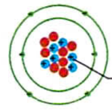
Đồng vị của một nguyên tố có cùng số proton nhưng khác số neutron, do đó chúng khác nhau về nguyên tử khối. Ví dụ, các đồng vị carbon trong tự nhiên có 6, 7 hoặc 8 neutron. Đồng vị có phản ứng giống nhau về mặt hóa học, nhưng hoạt động khác nhau trong những khía cạnh khác – ví dụ, một số đồng vị carbon có tính phóng xạ.



CARBON-12
6 neutron + 6 proton = 12



CARBON-13
7 neutron + 6 proton = 13



CARBON-14
8 neutron + 6 proton = 14



CHÚ THÍCH

Hydro – một loại khí phản ứng

KIM LOẠI PHẢN ỨNG

Kim loại kiềm – kim loại mềm, rất dễ phản ứng

Kim loại kiềm thổ – kim loại phản ứng ở mức độ vừa phải

CÁC NGUYÊN TỐ CHUYỂN TIẾP

Kim loại chuyển tiếp – một nhóm kim loại đa dạng, nhiều loại có đặc tính có giá trị

PHI KIM

Á kim – các nguyên tố có tính chất giữa các kim loại và phi kim loại

Kim loại yếu – chủ yếu là các kim loại tương đối mềm với điểm nóng chảy thấp

Carbon và các phi kim loại khác

Halogen – phi kim rất dễ phản ứng

Khí trơ – khí không màu, gần như không có phản ứng

NGUYÊN TỐ ĐẤT HIẾM

Còn được gọi là Họ Lanthan và Họ Actini, đây là những kim loại phản ứng – một số rất hiếm, số khác được tổng hợp trong phòng thí nghiệm

Chu kỳ, nhóm và khối

Tất cả các nguyên tố trong một hàng, hoặc chu kỳ, có cùng số orbital electron (xem trang 25). Các cột trong bảng tuần hoàn, được gọi là các nhóm, chứa các nguyên tố có cùng số electron trong lớp vỏ ngoài cùng, và do đó phản ứng hóa học theo cách tương tự nhau. Bốn khối chính (xem chú thích) đã gộp các nguyên tố có tính chất tương tự nhau, chẳng hạn như các nguyên tố chuyển tiếp, phần lớn là các kim loại cứng và sáng bóng. Hydro có một tập hợp các tính chất riêng biệt và bản thân nó là một nhóm riêng.

8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
										2 He Heli 4.0026
					5 B Bor 10.81	6 C Carbon 12.011	7 N Nitơ 14.007	8 O Oxy 15.999	9 F Fluor 18.998	10 Ne Neon 20.180
					13 Al Nhôm 26.982	14 Si Silic 28.085	15 P Phosphor 30.974	16 S Lưu huỳnh 32.06	17 Cl Chlor 35.45	18 Ar Argon 39.948
26 Fe Sắt 55.845	27 Co Cobalt 58.933	28 Ni Nickel 58.693	29 Cu Đồng 63.546	30 Zn Kẽm 65.38	31 Ga Gali 69.723	32 Ge Germani 72.63	33 As Arsenic 74.922	34 Se Seleni 78.97	35 Br Brom 79.904	36 Kr Krypton 83.80
44 Ru Rutheni 101.07	45 Rh Rhodi 102.91	46 Pd Paladi 106.42	47 Ag Bạc 107.87	48 Cd Cadimi 112.41	49 In Indi 114.82	50 Sn Thiếc 118.71	51 Sb Antimon 121.76	52 Te Teluri 127.60	53 I Iod 126.90	54 Xe Xenon 131.29
76 Os Osmi 190.23	77 Ir Iridi 192.22	78 Pt Bạch kim 195.08	79 Au Vàng 196.97	80 Hg Thủy ngân 200.59	81 Tl Tali 204.38	82 Pb Chì 207.2	83 Bi Bismuth 208.98	84 Po Poloni (209)	85 At Astatin (210)	86 Rn Radon (222)
108 Hs Hassi (277)	109 Mt Meitneri (278)	110 Ds Darmstati (281)	111 Rg Roentgeni (282)	112 Cn Copernici (285)	113 Nh Nihoni (286)	114 Fl Flerovi (289)	115 Mc Moscovi (289)	116 Lv Livermori (293)	117 Ts Tennessine (294)	118 Og Oganesson (294)

61 Pm Promethi (145)	62 Sm Samari 150.36	63 Eu Europi 151.96	64 Gd Gadolini 157.25	65 Tb Terbi 158.93	66 Dy Dysprosi 162.50	67 Ho Holmi 164.93	68 Er Erbi 167.26	69 Tm Thulium 168.93	70 Yb Yterbi 173.05	71 Lu Luteti 174.97
93 Np Neptuni (237)	94 Pu Plutoni (244)	95 Am Americi (243)	96 Cm Curium (247)	97 Bk Berkeli (247)	98 Cf Californi (251)	99 Es Einsteni (252)	100 Fm Fermi (257)	101 Md Mendelevi (258)	102 No Nobeli (259)	103 Lr Lawrenci[1] (262)

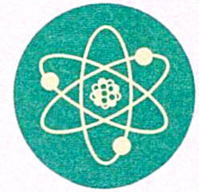
1. Danh pháp các nguyên tố trong bảng tuần hoàn này và trong toàn bộ sách được thống nhất theo Tiêu chuẩn Quốc gia về Thuật ngữ hóa học – Danh pháp các nguyên tố và hợp chất hóa học TCVN 5530:2010.

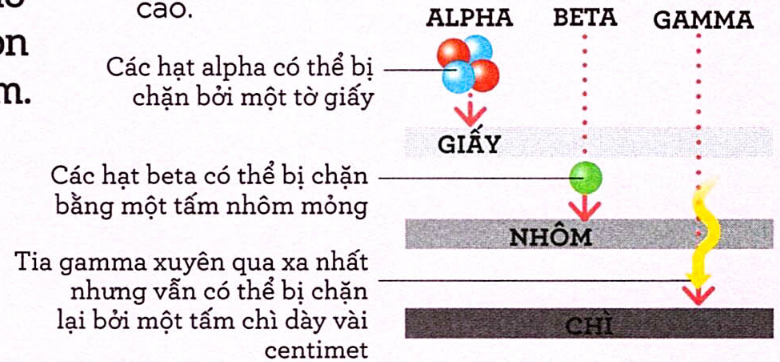
Phóng xạ

Vật liệu phóng xạ chứa các hạt nhân không ổn định, liên tục giải phóng năng lượng, hay bức xạ. Phóng xạ thường được coi là nguy hiểm, và có thể nguy hiểm nếu xử lý không đúng cách. Tuy nhiên, nó cũng có thể giúp làm giảm sự phụ thuộc của con người vào các nhiên liệu hóa thạch gây ô nhiễm.

Các loại bức xạ

Một hạt alpha bao gồm hai neutron và hai proton (một hạt nhân heli). Một hạt beta là một electron hoặc một positron. Tia gamma là sóng điện từ năng lượng cao.





Bức xạ là gì?

Bức xạ bao gồm các luồng sóng hoặc hạt năng lượng có khả năng đánh bật các electron khỏi các nguyên tử khác. Với lượng lớn, bức xạ có thể làm hỏng ADN trong các tế bào. Ngoài ra, nó có thể tạo ra các gốc tự do phản ứng trong cơ thể, và các gốc này cũng có thể làm hỏng các tế bào.

Năng lượng hạt nhân

Khi các nguyên tử phân tách hoặc hợp nhất với nhau, năng lượng sẽ được giải phóng dưới dạng năng lượng hạt nhân. Năng lượng này tồn tại ở dạng nhiệt, có thể được sử dụng để đun sôi nước nhằm cung cấp năng lượng cho turbine, hệt như trong các máy phát điện chạy bằng nhiên liệu hóa thạch (xem trang 84).

Phản ứng phân hạch

Trong phản ứng phân hạch, hạt nhân nguyên tử được phân tách để giải phóng năng lượng. Trong nhà máy điện hạt nhân, quá trình này được kiểm soát cẩn thận nhằm ngăn chặn phản ứng dây chuyền.

Hạt nhân urani không ổn định tách làm hai

Lượng nhiệt năng lớn được giải phóng khi hạt nhân tách ra

Neutron

Hạt nhân của nguyên tử urani

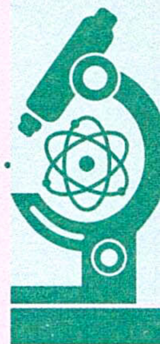
Nhiều hạt nhân urani tiếp tục bị neutron bắn phá, bắt đầu chuỗi phản ứng phân hạch tiếp theo

Neutron năng lượng cao bắn vào vật liệu hạt nhân

1 Neutron bắn vào hạt nhân nguyên tử
Vật liệu phóng xạ (phổ biến nhất là urani) bị bắn phá bằng neutron, một số neutron trong đó sẽ bắn trúng vào hạt nhân của một nguyên tử và làm nó mất ổn định.

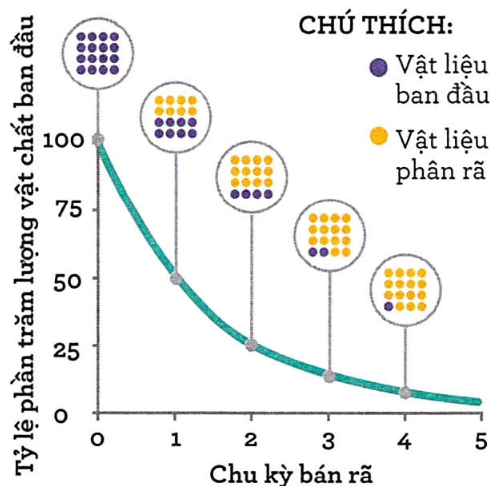
2 Phân tách hạt nhân
Các hạt nhân không ổn định tách làm đôi. Sự phân hạch này giải phóng một lượng lớn năng lượng và thêm nhiều neutron tự do.

3 Phản ứng dây chuyền
Các neutron vừa được giải phóng lại tiếp tục bắn vào các nguyên tử khác, từ đó có thể phân tách và giải phóng nhiều neutron hơn, khởi đầu một phản ứng dây chuyền.



BÁN RÃ VÀ PHÂN RÃ

Chu kỳ bán rã của chất phóng xạ là thời gian cần thiết để chất đó phân rã còn bằng một nửa lượng ban đầu. Một số chất phân rã rất nhanh, trong khi số khác lại mất hàng triệu năm. Ví dụ, urani-235, được sử dụng trong các lò phản ứng phân hạch, có chu kỳ bán rã khoảng 704 triệu năm, điều này tạo ra khó khăn trong xử lý chất thải hạt nhân.

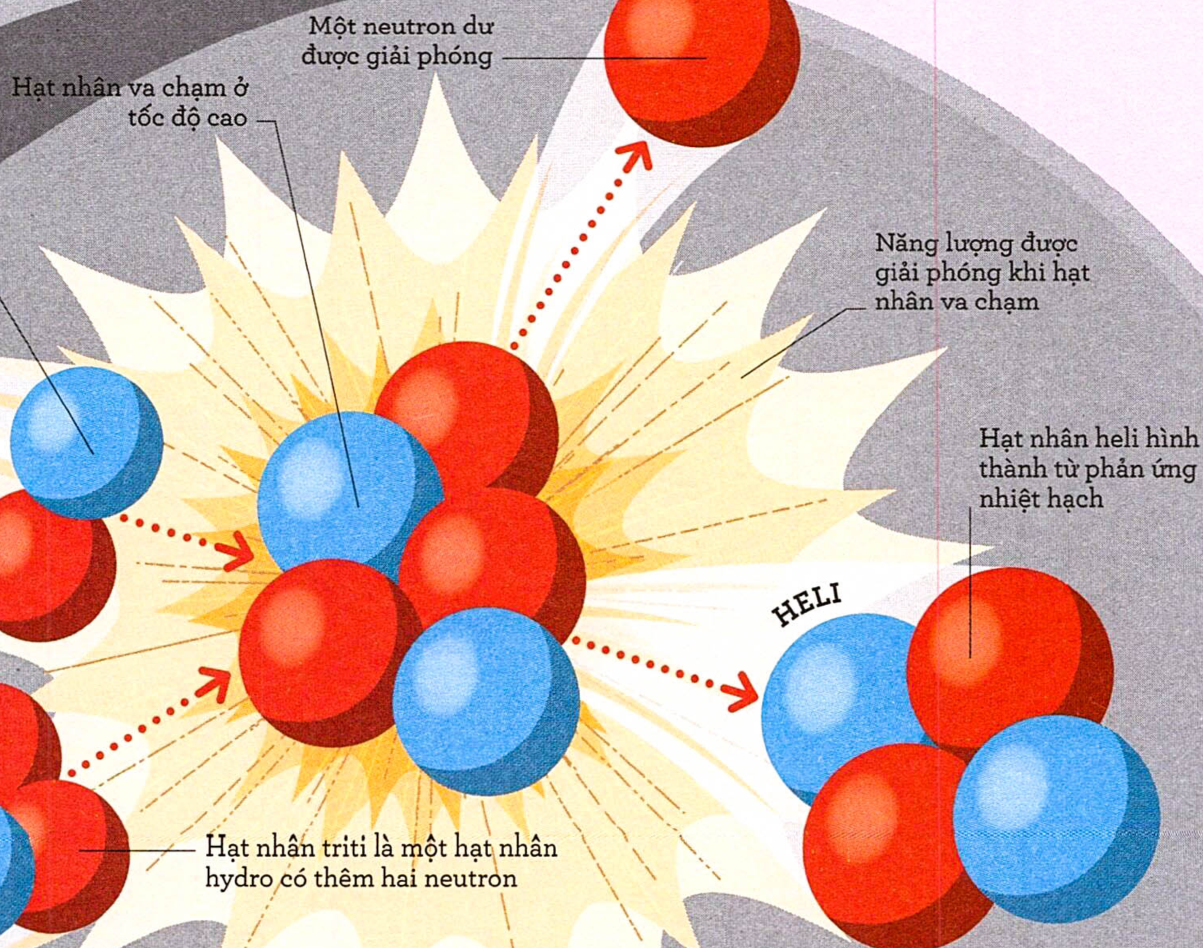


PHẢN ỨNG NHIỆT HẠCH LIỆU CÓ AN TOÀN?

Sẽ không có nguy cơ bị tan chảy lõi trong lò phản ứng nhiệt hạch (khác với lò phản ứng phân hạch) bởi vì bất kỳ trục trặc nào cũng sẽ làm hạ nhiệt plasma và dừng phản ứng.

Phản ứng nhiệt hạch

Trong các phản ứng nhiệt hạch, hạt nhân của các nguyên tử riêng biệt được hợp nhất với nhau thành một hạt nhân lớn hơn. Quá trình này giải phóng một lượng năng lượng khổng lồ, và đây chính là cách Mặt Trời và các ngôi sao khác tạo ra ánh sáng và nhiệt (xem trang 193).



1 Nung nóng hạt nhân
Hạt nhân triti và deuteri được nung nóng đến nhiệt độ cực cao để tạo thành plasma và cung cấp cho chúng đủ năng lượng để vượt qua lực đẩy tự nhiên của chúng.

2 Tổng hợp hạt nhân
Các hạt nhân deuteri và triti năng lượng cao va chạm với nhau, và sự va chạm này khiến hai hạt nhân hợp nhất với nhau.

3 Năng lượng được giải phóng
Sự hợp nhất của hai hạt nhân tạo ra một hạt nhân heli và giải phóng một lượng khổng lồ năng lượng. Một neutron dư thừa cũng được giải phóng.

Hỗn hợp và hợp chất

Khi các chất khác nhau được trộn lẫn, một trong hai điều có thể xảy ra. Chúng có thể phản ứng để tạo thành một chất mới – một hợp chất – hoặc chúng vẫn là các chất riêng lẻ nhưng được trộn chung với nhau.

Hợp chất

Hợp chất chứa các nguyên tử của hai hoặc nhiều nguyên tố liên kết với nhau về mặt hóa học. Thuộc tính của hợp chất có thể khác rất nhiều so với thuộc tính của các thành tố của nó; ví dụ, hydro và oxy đều là các chất khí nhưng kết hợp với nhau tạo thành nước – một chất lỏng.

Liên kết hóa học giữa các nguyên tử của các nguyên tố khác nhau

Hỗn hợp

Khi được trộn lẫn, nhiều chất không phản ứng với nhau mà giữ nguyên tính chất hóa học, như hỗn hợp cát và muối. Các chất có thể là các nguyên tử riêng lẻ, phân tử của một nguyên tố, hoặc phân tử của nhiều hơn một nguyên tố (hợp chất).

Hạt của một chất

Hạt của một chất khác

Giấy lọc

Các hạt bị giữ lại bởi giấy lọc

Chất lỏng được lọc (dịch lọc)

Phân tách hỗn hợp

Hỗn hợp có thể được tách ra bằng các phương pháp vật lý, vì thành phần của chúng không liên kết hóa học với nhau. Phương pháp phân tách thích hợp còn tùy thuộc vào loại hỗn hợp. Ví dụ, các hỗn hợp trong đó chỉ có một thành phần hòa tan có thể được tách ra bằng cách lọc. Các loại hỗn hợp khác đòi hỏi các phương pháp phức tạp hơn, chẳng hạn như sắc ký, chưng cất hoặc ly tâm.

Lọc

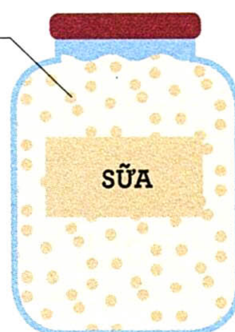
Bộ lọc cho phép các hạt rất nhỏ hoặc các hạt hòa tan đi qua, nhưng chặn các hạt lớn hơn hoặc không hòa tan. Chẳng hạn, dung dịch muối sẽ chảy qua bộ lọc nhưng bất kỳ hạt cát nào trong hỗn hợp cũng sẽ bị bộ lọc giữ lại.



Các loại hỗn hợp

Có nhiều loại hỗn hợp khác nhau, thay đổi tùy theo độ hòa tan của các thành phần và kích thước của các hạt. Dung dịch hình thành khi một chất hòa tan trong chất còn lại, chẳng hạn như đường hòa tan trong nước (xem trang 62-63). Trong hệ keo và huyền phù, các hạt của các thành phần không hòa tan mà phân tán vào nhau.







Dung dịch
Trong dung dịch, chẳng hạn như muối hòa tan trong nước, tất cả các thành phần đều ở cùng một trạng thái của vật chất – ở đây là chất lỏng.

Hệ keo
Một hệ keo có các hạt nhỏ phân bố đều qua hỗn hợp. Các hạt này rất nhỏ, vô hình với mắt thường, và không lắng xuống.

Huyền phù
Huyền phù chứa các hạt phân tán có kích thước của hạt bụi. Chúng có thể được nhìn thấy bằng mắt thường và có thể lắng xuống.

Giấy lọc
Các sắc tố riêng lẻ di chuyển các khoảng khác nhau trên giấy lọc
Điểm mực (hỗn hợp các sắc tố)
Dung môi
Nhiệt kế
NƯỚC LẠNH RA
Một chất lỏng sôi thành hơi
Hỗn hợp chất lỏng
NƯỚC LẠNH VÀO
Hơi nước ngưng tụ thành chất lỏng
Chất lỏng tinh khiết
Lớp các hạt dày hơn
Lớp các hạt thưa hơn
Trụ quay của máy ly tâm
Động cơ

Sắc ký
Các thành phần của hỗn hợp thường có thể được tách ra bằng sắc ký. Khi dung môi di chuyển lên phía trên dải giấy lọc, các thành phần riêng lẻ trong hỗn hợp sẽ được đưa đến các vị trí khác nhau.

Chưng cất
Hỗn hợp chất lỏng với các điểm sôi khác nhau có thể được tách ra bằng cách chưng cất. Khi hỗn hợp được làm nóng, từng thành phần sẽ sôi lên, và mỗi thành phần đó sẽ được ngưng tụ lại thành chất lỏng.

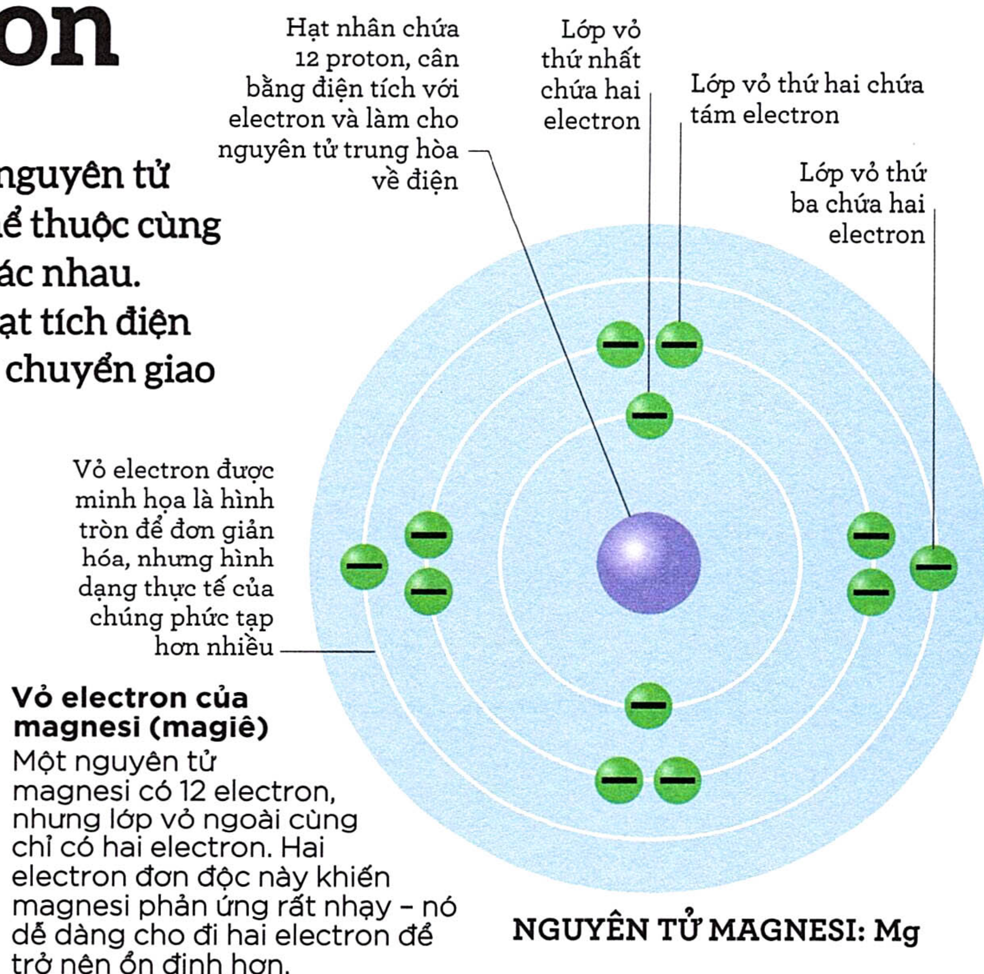
Ly tâm
Một hỗn hợp các hạt có mật độ khác nhau hoặc các hạt lơ lửng trong chất lỏng có thể được tách ra bằng cách quay trong máy ly tâm. Các hạt phân bố dày hơn hoặc các hạt lơ lửng tạo thành các lớp ở phía dưới.

Phân tử và ion

Một phân tử bao gồm hai hoặc nhiều nguyên tử liên kết với nhau. Các nguyên tử có thể thuộc cùng một nguyên tố hoặc các nguyên tố khác nhau. Chúng được liên kết bởi lực giữa các hạt tích điện của chúng – lực hút được tạo ra bởi sự chuyển giao hoặc chia sẻ electron.

Vỏ electron

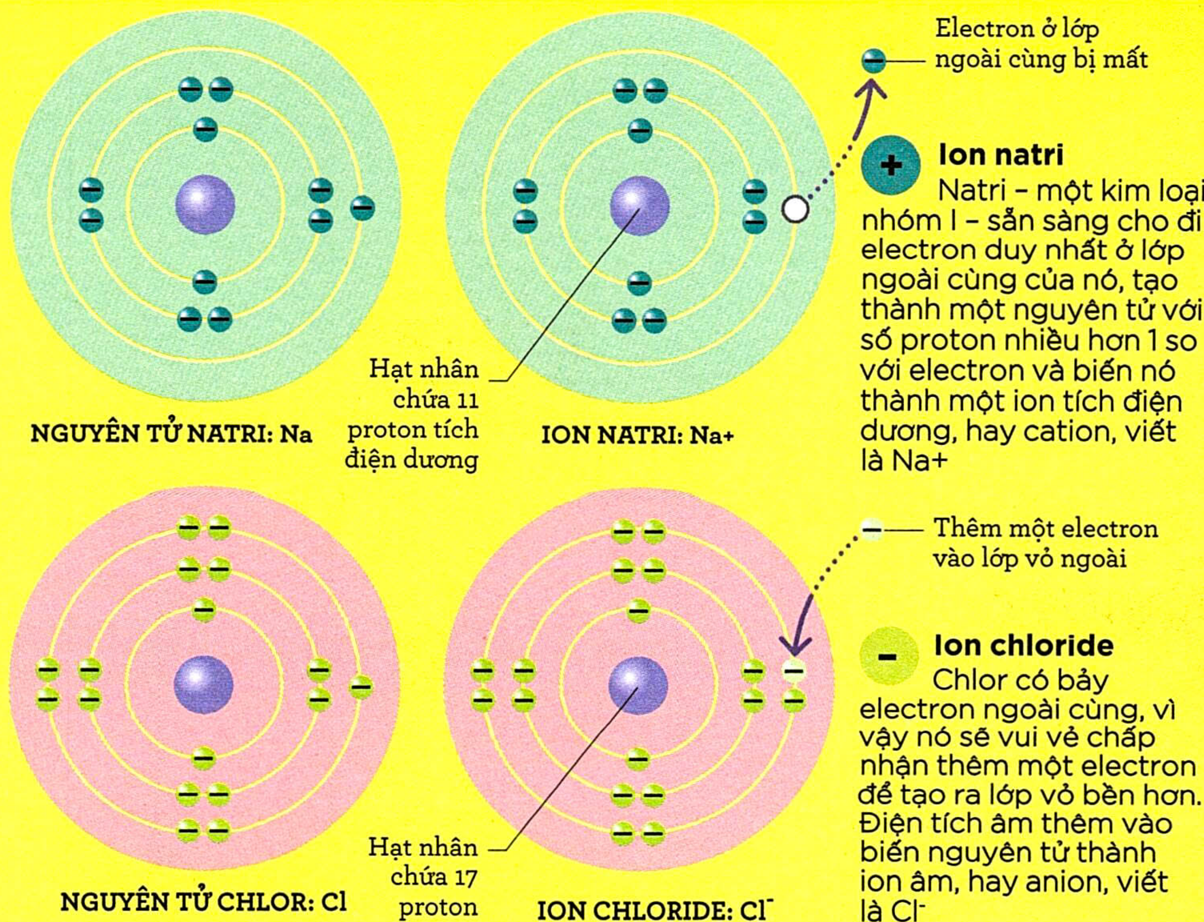
Electron quay quanh hạt nhân ở các mức năng lượng riêng biệt, hay còn gọi là lớp vỏ. Mỗi lớp có thể chứa một số lượng electron tối đa cố định: lớp vỏ thứ nhất có thể chứa tối đa hai electron, lớp thứ hai và thứ ba có thể chứa đến tám electron. Các nguyên tử luôn hướng đến việc sắp xếp các electron sao cho ổn định nhất về mặt năng lượng, thường có nghĩa là lớp vỏ ngoài cùng có đủ số electron.



Vỏ electron của magnesi (magiê)
Một nguyên tử magnesi có 12 electron, nhưng lớp vỏ ngoài cùng chỉ có hai electron. Hai electron đơn độc này khiến magnesi phản ứng rất nhạy – nó dễ dàng cho đi hai electron để trở nên ổn định hơn.

Thế nào là một ion?

Các nguyên tử trung hòa về điện – điện tích dương của các proton trong hạt nhân cân bằng với điện tích âm của các electron. Các nguyên tử thường tích điện nhằm đạt được sự sắp xếp electron ổn định – một nguyên tử tích điện (hay một phân tử tích điện) được gọi là ion. Một số nguyên tử thường ion hóa bằng cách thu các electron để lấp đầy một hoặc hai khoảng trống ở lớp vỏ ngoài cùng của chúng. Trong các trường hợp khác – chẳng hạn, đối với các kim loại nhóm I (kiềm) như natri (xem trang 34) – cách tốt hơn là từ bỏ một vài electron ở lớp vỏ ngoài. Hai cách này đều sẽ làm tích điện nguyên tử, vì chúng không còn có số electron và proton bằng nhau.



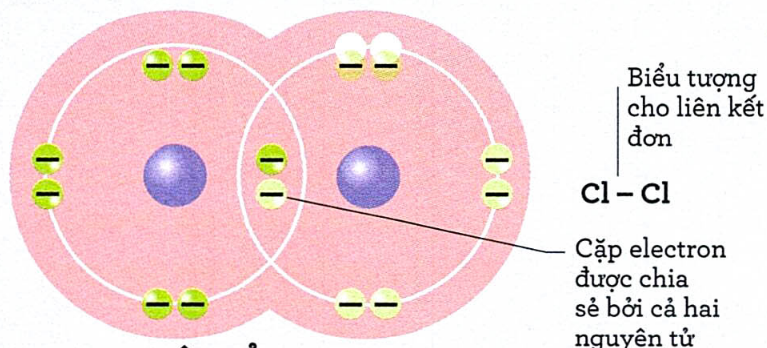
Ion natri
Natri – một kim loại nhóm I – sẵn sàng cho đi electron duy nhất ở lớp ngoài cùng của nó, tạo thành một nguyên tử với số proton nhiều hơn 1 so với electron và biến nó thành một ion tích điện dương, hay cation, viết là Na^+

Ion chloride
Chlor có bảy electron ngoài cùng, vì vậy nó sẽ vui vẻ chấp nhận thêm một electron để tạo ra lớp vỏ bền hơn. Điện tích âm thêm vào biến nguyên tử thành ion âm, hay anion, viết là Cl^-



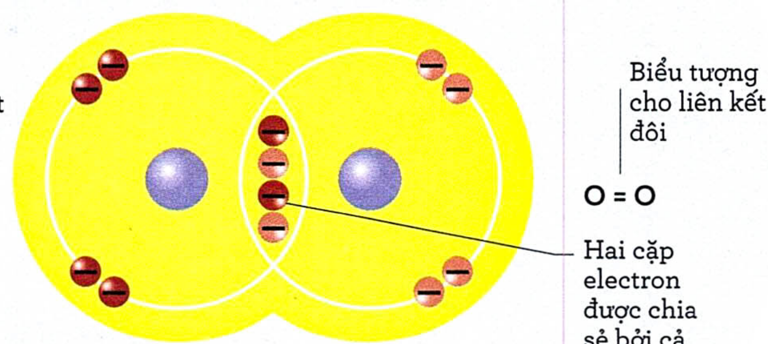
Chia sẻ electron

Đối với một số cặp nguyên tử, cách dễ nhất để ổn định là chia sẻ electron với nhau. Các nguyên tử dùng chung electron được liên kết bằng các lực gọi là liên kết cộng hóa trị. Các liên kết này khá phổ biến giữa hai nguyên tử của cùng một nguyên tố, hoặc nguyên tử của hai nguyên tố đứng gần nhau trong bảng tuần hoàn.



PHÂN TỬ CHLOR: Cl_2

Liên kết đơn
Chlor có bảy electron lớp ngoài cùng, vì vậy mỗi nguyên tử chlor trong cặp chia sẻ một electron để lớp ngoài cùng của chúng có tối đa electron. Những liên kết đơn này tạo thành các phân tử Cl_2.

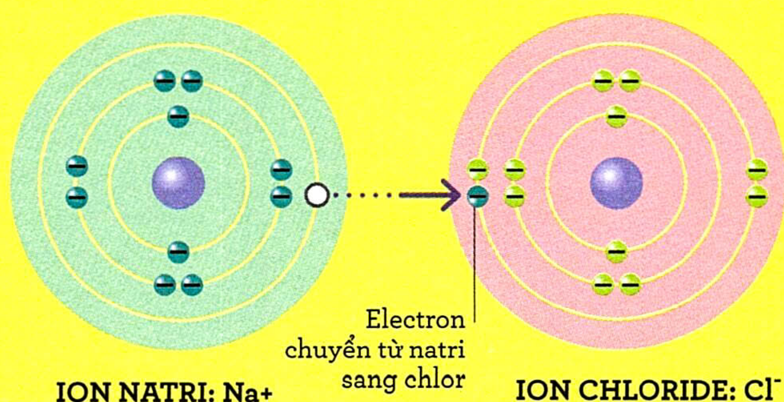


PHÂN TỬ OXY: O_2

Liên kết đôi
Oxy chỉ có sáu electron ngoài cùng, vì vậy chúng phải chia sẻ hai cặp electron để trở nên ổn định. Sự chia sẻ hai cặp electron này được gọi là liên kết đôi.

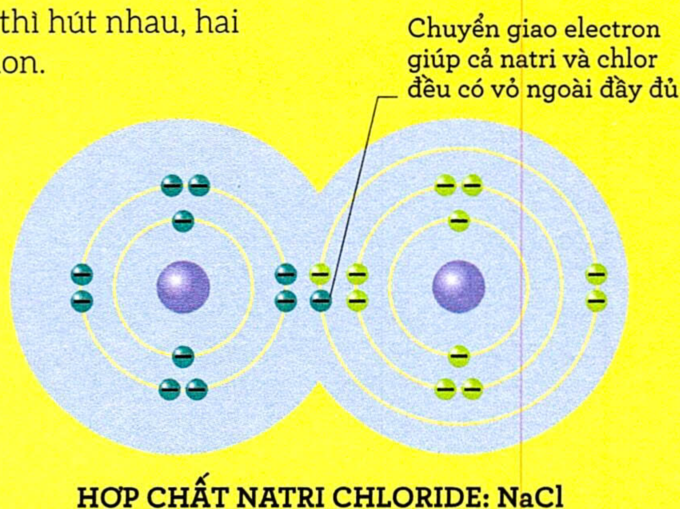
Chuyển giao electron

Khi một nguyên tử chỉ có một hoặc một vài electron ở lớp vỏ ngoài gặp phải một nguyên tử có khoảng trống ở lớp vỏ ngoài, nó sẽ tặng electron cho nguyên tử kia, tạo thành các ion dương và âm. Vì điện tích trái dấu thì hút nhau, hai ion này được liên kết về tĩnh điện, tạo thành một hợp chất ion.



ION NATRI: Na^+

ION CHLORIDE: Cl^-



HỢP CHẤT NATRI CHLORIDE: NaCl

1 Chuyển giao electron
Một electron ở lớp ngoài cùng của nguyên tử natri chuyển sang chlor, tạo ra lớp vỏ ngoài đầy đủ cho cả hai nguyên tử, đồng thời ion hóa cả hai, tạo thành cation natri và anion chloride. Với các cặp nguyên tử khác, hai, ba hoặc nhiều electron hơn có thể di chuyển.

2 Hình thành liên kết ion
Các cation và anion hút lẫn nhau, tạo thành một hợp chất gọi là natri chloride (muối). Điện tích được cân bằng, do đó, các hợp chất trung hòa về điện. Các hợp chất ion có xu hướng tiếp tục liên kết để tạo thành các mạng lớn hơn, thường sẽ tạo thành các tinh thể (xem trang 60).

Tạo ra phản ứng

Phản ứng hóa học là các quá trình thay đổi các chất bằng cách phá vỡ liên kết nguyên tử của chúng và tạo ra các liên kết mới. Nhiều phản ứng trong số này diễn ra ngay trong cơ thể con người và đóng vai trò rất quan trọng đối với sự sống còn của chúng ta.

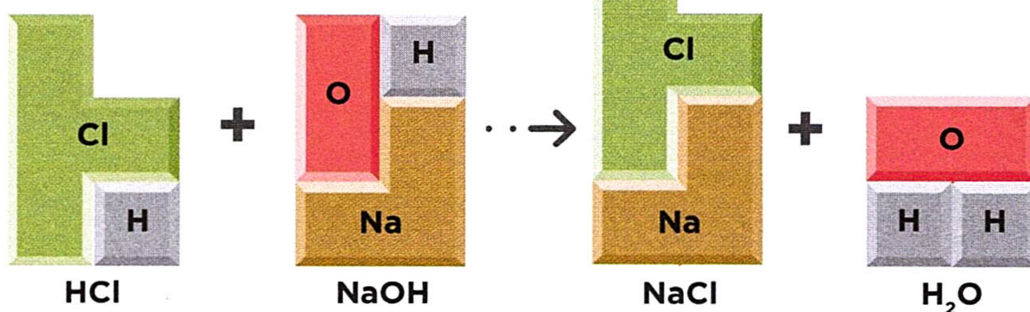
MUỐI ĂN ĐƯỢC TẠO RA NHƯ THẾ NÀO?

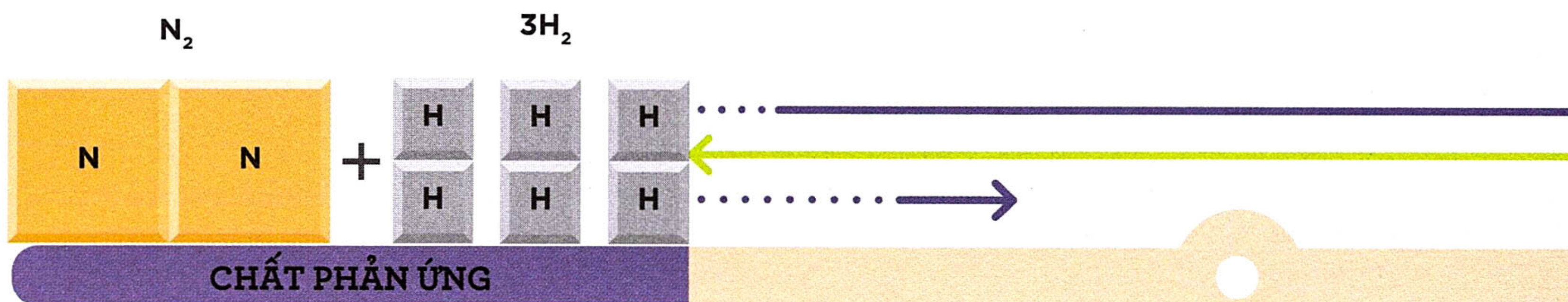
Muối ăn có thể được tạo ra bằng cách trộn natri và chlor với nhau. Điều này gây ra phản ứng hóa học tạo thành hợp chất natri chloride (còn được gọi là muối ăn).

Phản ứng là gì?

Khi các chất xảy ra phản ứng hóa học, các nguyên tử của chúng sẽ được sắp xếp lại. Hãy hình dung những nguyên tử này giống như các khối Lego – chúng khớp với nhau theo nhiều cách, nhưng số lượng và loại khối vẫn giữ nguyên. Cách các nguyên tử được sắp xếp lại phụ thuộc vào việc chúng phản ứng với thứ gì. Các chất phản ứng với nhau được gọi là chất phản ứng, và các chất mới mà chúng tạo thành được gọi là sản phẩm.

Phản ứng không thể đảo ngược
Hầu hết các phản ứng là không thể đảo ngược, có nghĩa là chúng chỉ xảy ra theo một chiều, chẳng hạn như khi acid hydrochloric (HCl) được trộn với natri hydroxide (NaOH) sẽ tạo ra natri chloride (NaCl) và nước (H_2O).

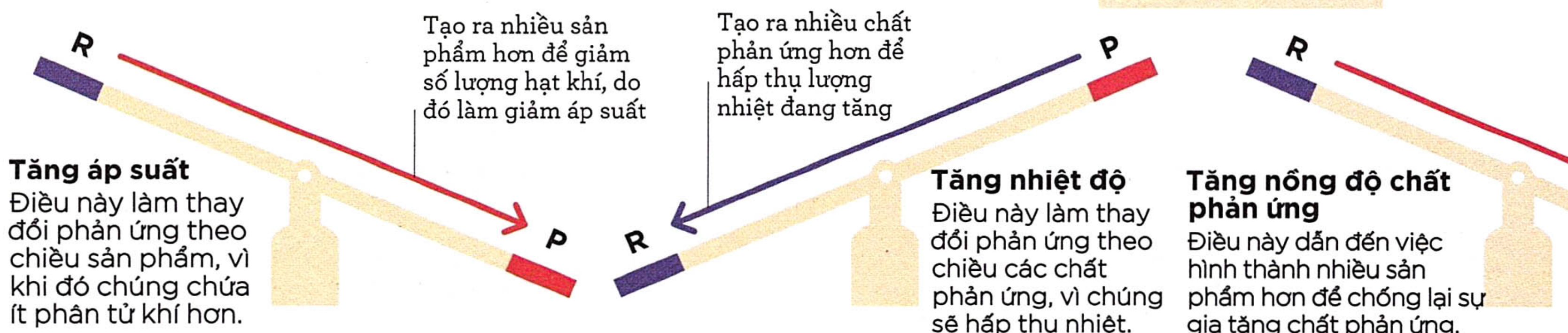




Cân bằng động

Trong các phản ứng thuận nghịch, phản ứng bắt đầu khi các chất phản ứng được trộn lẫn, tạo thành các sản phẩm (trong ví dụ này là amonia). Nhưng sau một thời gian, nếu không có gì được thêm vào hoặc lấy ra, lượng sản phẩm sẽ ngừng tăng. Tại thời điểm này, phản ứng hóa học vẫn xảy ra theo cả hai hướng, nhưng chúng cân bằng nhau. Điều này được gọi là cân bằng động.

Các phản ứng cân bằng lẫn nhau



Tăng áp suất
Điều này làm thay đổi phản ứng theo chiều sản phẩm, vì khi đó chúng chứa ít phân tử khí hơn.

Tăng nhiệt độ
Điều này làm thay đổi phản ứng theo chiều các chất phản ứng, vì chúng sẽ hấp thụ nhiệt.

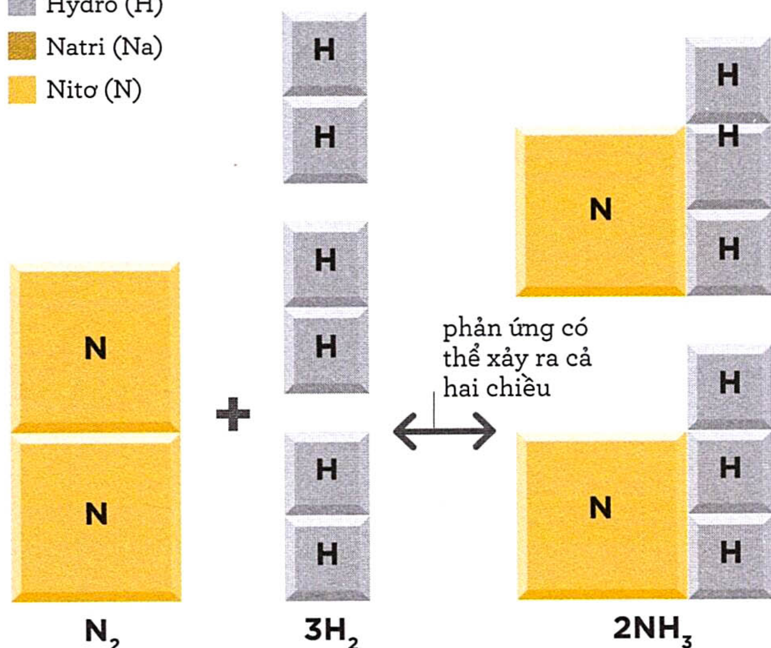
Tăng nồng độ chất phản ứng
Điều này dẫn đến việc hình thành nhiều sản phẩm hơn để chống lại sự gia tăng chất phản ứng.

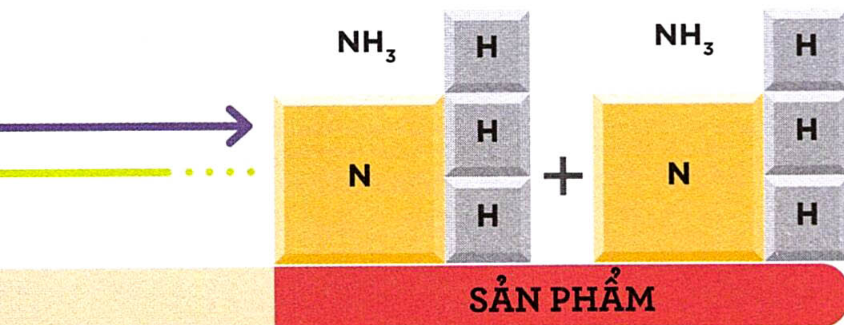


CHÚ THÍCH

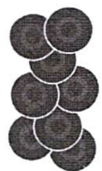
- Oxy (O)
- Chlor (Cl)
- Hydro (H)
- Natri (Na)
- Nitơ (N)

Phản ứng thuận nghịch
Trong một số phản ứng, chất phản ứng có thể được hình thành lại từ các sản phẩm, chẳng hạn như trong việc tạo ra amonia (NH_3) từ nitơ (N_2) và hydro (H_2).





Nghiêng cán cân
Nếu ta thay đổi một đại lượng trong phản ứng cân bằng, trạng thái cân bằng sẽ dịch chuyển để chống lại sự thay đổi đó. Bốn ví dụ dưới đây cho thấy những gì xảy ra khi bốn yếu tố khác nhau được thay đổi trong quá trình tạo ra amonia.



CÁC PHẢN ỨNG HÓA HỌC LIÊN TỤC XẢY RA TRONG 37,2 TỶ TẾ BÀO CỦA CƠ THỂ CON NGƯỜI



Tăng nồng độ sản phẩm
Điều này dẫn đến việc hình thành nhiều chất phản ứng hơn để chống lại sự gia tăng sản phẩm.

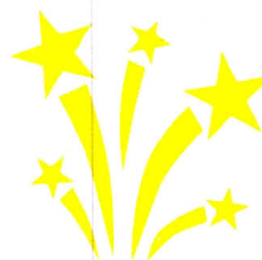
Các loại phản ứng thường gặp

Phản ứng hóa học có thể được nhóm thành một số loại. Một số liên quan đến việc kết hợp các phân tử, số khác lại chia tách các phân tử phức tạp thành các phân tử đơn giản hơn. Trong một số phản ứng, các nguyên tử tráo đổi vị trí cho nhau, tạo ra các phân tử khác. Sự đốt cháy (xem trang 54-55) cũng là một loại phản ứng, xảy ra khi oxy phản ứng với một chất khác, tạo ra đủ nhiệt và ánh sáng để đốt cháy.

Loại phản ứng	Định nghĩa	Phương trình
Tổng hợp	Hai hoặc nhiều nguyên tố hoặc hợp chất kết hợp với nhau tạo thành một chất phức tạp hơn	A + B → AB
Phân hủy	Các hợp chất phân hủy thành các chất đơn giản hơn	AB → A + B
Thay thế đơn	Xảy ra khi một nguyên tố thay thế một nguyên tố khác trong một hợp chất	AB + C → AC + B
Thay thế đôi	Xảy ra khi các nguyên tử khác nhau trong hai hợp chất khác nhau tráo đổi vị trí	AB + CD → AC + BD

PHÁO HOA

Khi pháo hoa được bắn lên, một phản ứng hóa học sẽ nhanh chóng diễn ra, giải phóng chất khí, phát nổ ra bên ngoài thành những tia lửa màu. Màu sắc của tia lửa phụ thuộc vào kim loại được sử dụng. Ví dụ, stronti carbonat tạo ra pháo hoa màu đỏ.



Phản ứng và năng lượng

Phản ứng chỉ có thể xảy ra nếu các nguyên tử tham gia có đủ năng lượng để bắt đầu quá trình phá vỡ và tái tạo liên kết của chúng. Các chất dễ phản ứng chỉ cần thêm ít năng lượng để kích hoạt phản ứng, nhưng các chất khác lại cần phải được nung nóng ở nhiệt độ cao thì mới phản ứng được, vì liên kết giữa các phân tử của chúng mạnh hơn.

LIỆU PHẢN ỨNG CÓ THỂ VƯỢT RA NGOÀI TẦM KIỂM SOÁT?

Nếu không được kiểm soát chặt chẽ, tốc độ của phản ứng tỏa nhiệt có thể gia tăng tới mức nguy hiểm khi nhiệt độ tăng. Điều này sẽ dẫn đến gây ra các vụ nổ, giải phóng nhiều hóa chất độc hại, như trường hợp ở Bhopal, Ấn Độ, năm 1984.

Năng lượng hoạt hóa

Để bắt đầu một phản ứng, năng lượng phải được đưa vào, gọi là năng lượng hoạt hóa. Quá trình này có thể so sánh với một ngọn núi mà người trượt tuyết cần phải leo lên thì mới có thể trượt xuống sườn bên kia. Một số phản ứng bắt đầu ngay khi các chất phản ứng được kết hợp với nhau. Những phản ứng này có mức năng lượng hoạt hóa thấp, chẳng hạn như phản ứng giữa acid mạnh và kiềm.

Một khi đã lên đến đỉnh, cô ấy có thể trượt xuống; tương tự, các chất phản ứng bây giờ đã có đủ năng lượng để phản ứng, tạo thành các sản phẩm, và giải phóng năng lượng

Người trượt tuyết leo lên đỉnh núi giống như năng lượng hoạt hóa cần thiết để bắt đầu phản ứng

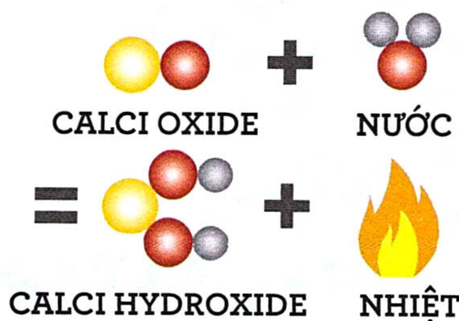
NĂNG LƯỢNG

NĂNG LƯỢNG HOẠT HÓA

NĂNG LƯỢNG GIẢI PHÓNG

Năng lượng được giải phóng hoặc hấp thụ

Nếu nhiều năng lượng được giải phóng hơn là hấp thụ, các sản phẩm có ít năng lượng hơn các chất phản ứng, và phản ứng tỏa nhiệt. Nếu năng lượng hấp thụ nhiều hơn năng lượng giải phóng, các chất phản ứng có ít năng lượng hơn sản phẩm, và phản ứng là phản ứng thu nhiệt.



Giải phóng năng lượng ròng

Trộn calci oxide với nước là một ví dụ về phản ứng tỏa nhiệt, bởi vì năng lượng được giải phóng (dưới dạng nhiệt) nhiều hơn được hấp thụ trong quá trình phản ứng. Vì vậy, kết quả của phản ứng là giải phóng năng lượng ròng.

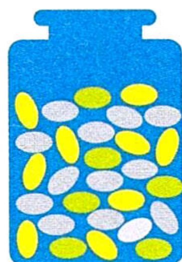
Lần này, người trượt tuyết cần phải leo lên một ngọn núi cao hơn, tượng trưng cho năng lượng hoạt hóa cao hơn

PHẢN ỨNG TỎA NHIỆT



KEM TRÁI CÂY SHERBET

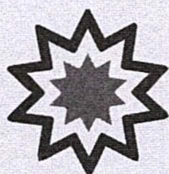
Khi nước bọt tiếp xúc với acid citric và natri bicarbonat trong kem trái cây, chúng sẽ hòa tan và phản ứng, tạo ra bọt khí carbon dioxide, khiến cho món sherbet có nhiều bọt. Vì nhiệt được hấp thụ bởi phản ứng, hỗn hợp sherbet khi tan ra sẽ tạo cảm giác lạnh nơi đầu lưỡi.





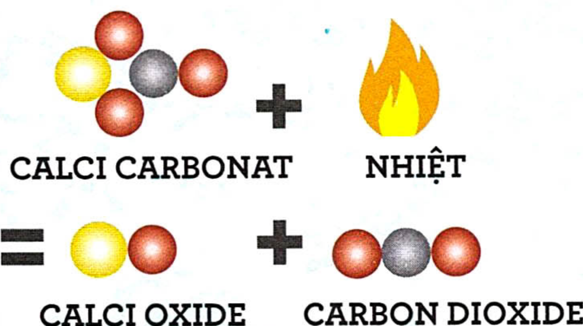
Người trượt tuyết trượt xuống một con dốc ngắn hơn ngọn núi mà cô leo lên; tương tự, năng lượng được giải phóng ít hơn so với năng lượng hoạt hóa được đưa vào lúc bắt đầu

CAESI PHẢN ỨNG CỰC NHẠY, NÓ BỐC CHÁY KHI TIẾP XÚC VỚI KHÔNG KHÍ



NĂNG LƯỢNG HOẠT HÓA

NĂNG LƯỢNG HẤP THỤ



Hấp thụ năng lượng ròng
Nung nóng calci carbonat là một ví dụ về phản ứng thu nhiệt, bởi vì năng lượng được hấp thụ (dưới dạng nhiệt) nhiều hơn là được giải phóng trong phản ứng. Vì vậy, kết quả của phản ứng là sự hấp thụ năng lượng ròng.

PHẢN ỨNG THU NHIỆT

Tốc độ phản ứng

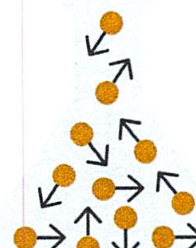
Phản ứng chỉ có thể xảy ra khi các nguyên tử của chất phản ứng va chạm vào nhau với đủ năng lượng. Tăng nhiệt độ, nồng độ hoặc diện tích bề mặt tiếp xúc của chất phản ứng, hoặc giảm thể tích vật chứa sẽ làm tăng số lượng va chạm và tăng tốc độ phản ứng.

Tăng nồng độ
Nhiều chất phản ứng dẫn đến va chạm nhiều hơn giữa các nguyên tử, do đó tốc độ phản ứng tăng lên.

TRƯỚC



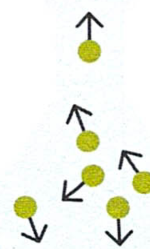
SAU



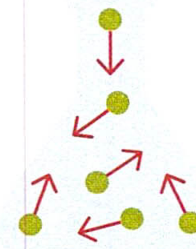
CHẤT KHÍ VÀ CHẤT LỎNG

Tăng nhiệt độ
Điều này khiến các nguyên tử di chuyển nhanh hơn, va chạm thường xuyên hơn và với nhiều năng lượng hơn.

TRƯỚC



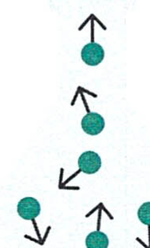
SAU



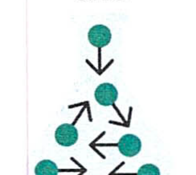
CHẤT KHÍ, LỎNG, RẮN

Giảm thể tích
Trong một thùng chứa nhỏ hơn, các nguyên tử bị nén lại với nhau, khiến chúng va chạm thường xuyên hơn.

TRƯỚC



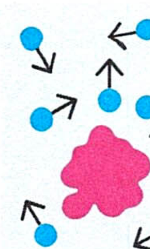
SAU



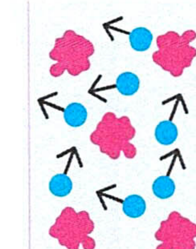
CHỈ CHẤT KHÍ

Tăng diện tích bề mặt chất phản ứng
Va chạm chỉ xảy ra trên các bề mặt của chất rắn; tăng diện tích bề mặt sẽ làm tăng tốc độ phản ứng.

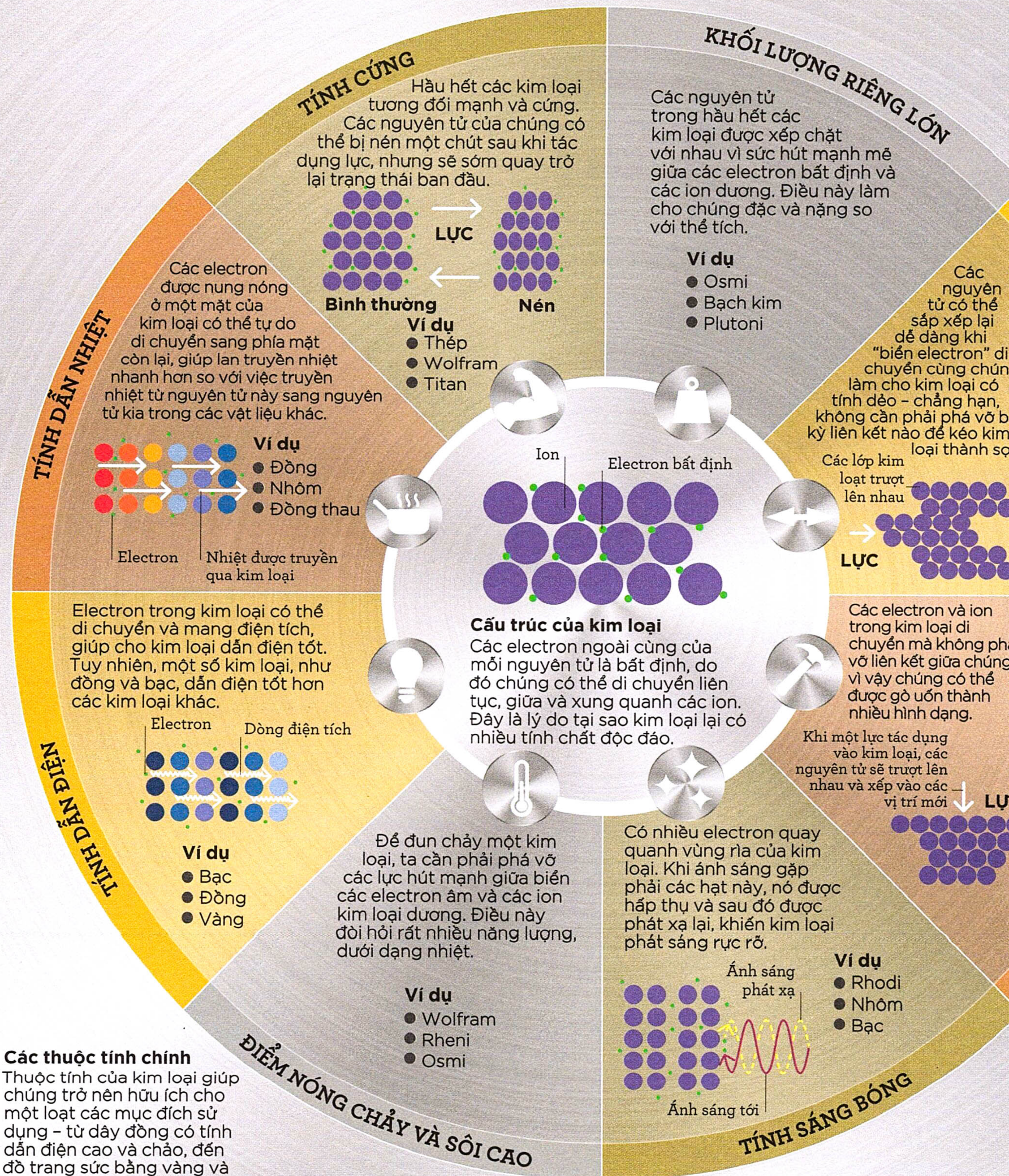
TRƯỚC



SAU



CHỈ CHẤT RẮN



Các thuộc tính chính
Thuộc tính của kim loại giúp chúng trở nên hữu ích cho một loạt các mục đích sử dụng – từ dây đồng có tính dẫn điện cao và chảo, đến đồ trang sức bằng vàng và bạch kim không dễ phản ứng nhưng dễ uốn thành hình.



TÍNH DẺO

í dụ
Bạch kim
Bạc
Sắt

í dụ
Bạch kim
Bạc
Sắt

TÍNH DỄ UỐN

Kim loại

Kim loại chiếm hơn 3/4 các nguyên tố được tìm thấy trong tự nhiên trên Trái Đất và cực kỳ đa dạng về vẻ ngoài lẫn cách thức hoạt động. Tuy nhiên, vẫn có những tính chất chính mà hầu hết các kim loại đều chia sẻ.

Thuộc tính của kim loại

Kim loại là các chất kết tinh, vì vậy chúng thường cứng, sáng bóng, dẫn điện và dẫn nhiệt rất tốt. Chúng cũng có khối lượng riêng lớn, với điểm nóng chảy và sôi cao, nhưng có thể dễ dàng được định hình qua nhiều phương pháp. Dù vậy, một số kim loại cũng đi ngược lại xu hướng chung. Chẳng hạn, thủy ngân là chất lỏng ở nhiệt độ phòng vì các electron ở lớp vỏ ngoài của chúng rất ổn định, bởi vậy chúng không có xu hướng liên kết với các nguyên tử khác.

GỈ SÉT

Nhiều kim loại có tính phản ứng cao, đặc biệt là các kim loại nhóm I (xem trang 34-35). Hầu hết các kim loại tạo thành oxide khi chúng kết hợp với oxy. Ví dụ, khi tiếp xúc với oxy trong không khí hoặc nước, sắt tạo thành oxide sắt, còn được gọi là gỉ sét.



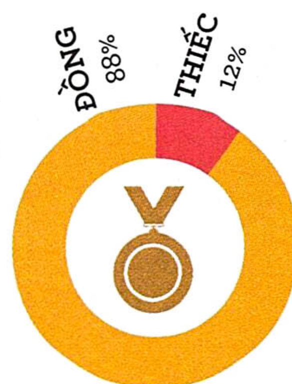
Hợp kim

Hầu hết các kim loại nguyên chất thường quá mềm, giòn, hoặc có độ phản ứng quá cao để đem vào ứng dụng thực tế. Việc kết hợp các kim loại với nhau hoặc trộn kim loại với phi kim sẽ tạo thành hợp kim, với các tính chất được cải thiện. Thay đổi tỷ lệ và kim loại sẽ làm thay đổi tính chất của hợp kim. Một trong những hợp kim phổ biến là thép – hỗn hợp của sắt, carbon và vài nguyên tố khác. Thêm nhiều carbon làm cho thép cứng hơn, tốt cho việc xây dựng. Thêm chromi giúp tạo ra thép không gỉ chống ăn mòn. Các nguyên tố khác cũng có thể được thêm vào thép để tăng khả năng chịu nhiệt, độ bền, hoặc độ cứng nhằm đáp ứng yêu cầu cần thiết như phụ tùng xe hơi hoặc máy khoan.

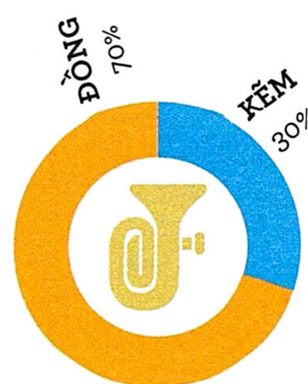
HUY CHƯƠNG VÀNG OLYMPIC CÓ THỰC SỰ LÀ VÀNG?

Những huy chương vàng hiện nay chỉ có khoảng 6 g vàng thật (lớp mạ). Huy chương vàng Olympic bằng vàng thật cuối cùng đã được trao vào năm 1912.

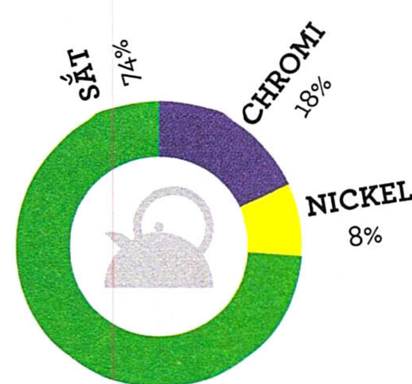
Thành phần hợp kim
Đồng tạo thành hai hợp kim phổ biến: đồng thanh (thiếc được thêm vào để tăng độ cứng); và đồng thau (kẽm giúp cải thiện tính dễ uốn và độ bền của hợp kim). Thép không gỉ, một hợp kim phổ biến khác, cũng có thành phần thay đổi.



ĐỒNG THANH

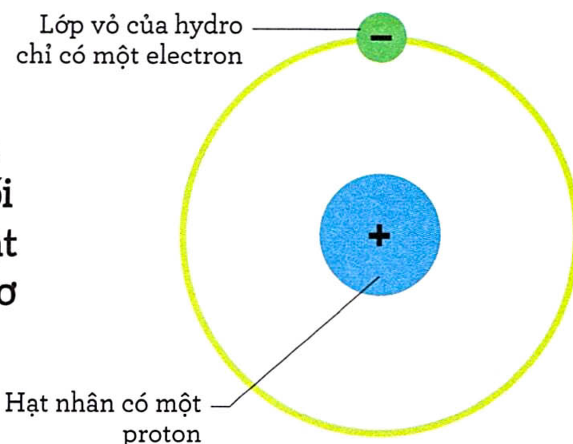


ĐỒNG THAU



THÉP KHÔNG GỈ ĐIỂN HÌNH

Hydro



Nguyên tố hydro được cho là chiếm đến 90% phần nhìn thấy được của Vũ trụ. Nó đóng vai trò rất quan trọng đối với sự sống trên Trái Đất, chủ yếu là bởi nó liên quan mật thiết đến sự hình thành của nước và các hợp chất hữu cơ gọi là hydrocarbon. Hydro cũng có tiềm năng là nguồn năng lượng sạch cho tương lai.

Hydro là gì?

Hydro là thành phần chính của các ngôi sao và các hành tinh như Sao Mộc, Sao Thổ, Sao Hải Vương và Sao Thiên Vương. Trên Trái Đất, ở nhiệt độ và áp suất tiêu chuẩn, hydro là một loại khí không màu, không mùi và không vị. Nó rất dễ cháy và tương đối dễ phản ứng, vì vậy trên Trái Đất, nó chủ yếu tồn tại ở dạng phân tử như nước, tức là hydro kết hợp với oxy. Hydro và carbon tạo thành hàng triệu hợp chất hữu cơ được gọi là hydrocarbon, làm nền tảng của nhiều sinh vật sống.

Nguyên tố đơn giản nhất

Chỉ bao gồm một proton và một electron, hydro là nguyên tố nhỏ nhất, nhẹ nhất và đơn giản nhất trong bảng tuần hoàn (xem trang 34-35). Nhưng nó có thể phản ứng theo những cách thức vô cùng phức tạp, hình thành các loại liên kết nguyên tử khác nhau, và cho phép tương tác giữa các acid và base.

Bên trong một pin nhiên liệu

Một dòng điện được tạo ra bởi sự chuyển động của các electron sang cực âm.

Hydro đi vào pin nhiên liệu và được phân tách thành các ion hydro tích điện dương và các electron tích điện âm

Các electron tích điện âm di chuyển dọc theo mạch ngoài tới cực âm, tạo ra dòng điện để cung cấp năng lượng cho động cơ xe

Chất điện phân

Cực dương

Cực âm

Không khí, chứa oxy, đi vào pin nhiên liệu

Các ion hydro tích điện dương đi qua chất điện phân đến cực âm

Hydro trộn với oxy tạo thành nước, được giải phóng qua đường khí thải

Hydro thừa được tái sử dụng

Dòng điện

THÙNG CHỨA HYDRO

Nước được giải phóng qua khí thải

TRẠM TIẾP NHIÊN LIỆU

Một chiếc xe chạy bằng hydro có thể được tiếp nhiên liệu chỉ trong khoảng năm phút và các điểm tiếp nhiên liệu đang ngày càng phổ biến. Tuy nhiên, hiện tại nó là một loại nhiên liệu khó vận chuyển vì cần có bể áp lực lớn và đường ống chuyên dụng.

1 Tiếp nhiên liệu cho pin

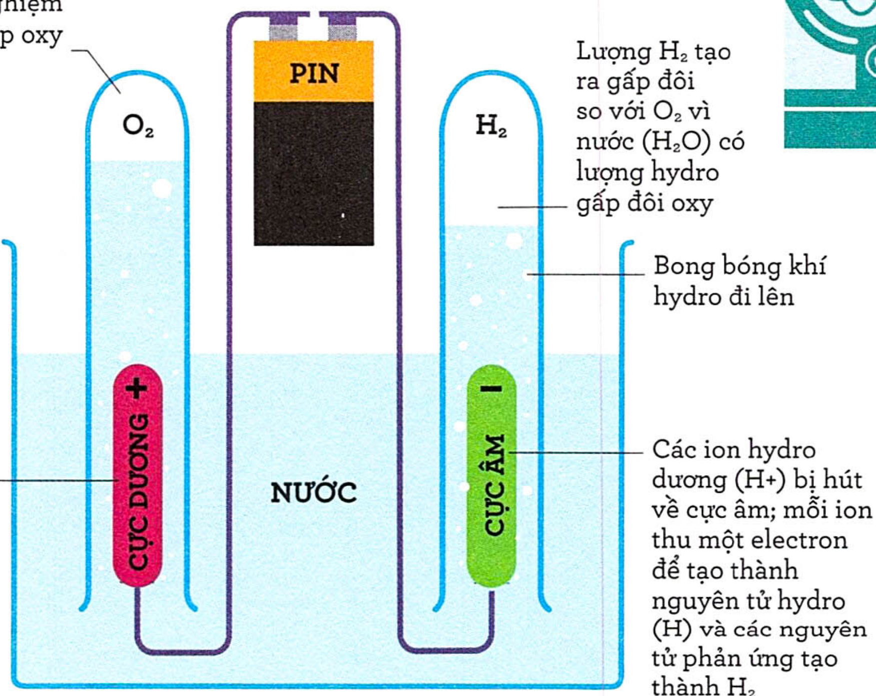
Hydro nén trong các bể áp suất cao có thể chịu được nhiệt độ và áp suất lớn. Dòng khí được truyền từ các thùng đến pin nhiên liệu.



Khai thác hydro

Trước khi hydro có thể được sử dụng làm nhiên liệu, nó phải được cô lập. Nó có thể được chiết xuất trong phản ứng hơi nước với khí methan, nhưng quá trình này sẽ tạo ra khí nhà kính. Một phương pháp sạch hơn gọi là điện phân, sử dụng điện để tách nước thành các nguyên tử cấu thành của nó. Tuy nhiên, phương pháp này thường kém hiệu quả và tốn năng lượng, vì vậy người ta đang phát triển thêm các phương pháp khác để phân tách các phân tử nước bằng cách sử dụng các xúc tác chuyên dụng.

Điện phân hoạt động ra sao?
Truyền dòng điện qua nước làm cho các nguyên tử hydro và oxy lần lượt mất đi và thu được các electron, biến chúng thành các hạt tích điện (ion). Các ion sau đó di chuyển đến cực dương và cực âm, tái hợp với các electron của chúng và biến trở lại thành các nguyên tử hydro và oxy.



Nhiên liệu của tương lai
Xe hơi chạy bằng hydro sử dụng các thùng chứa khí hydro nén, cung cấp hydro cho các pin nhiên liệu nằm trong một ngăn xếp. Trong các pin này, hydro và oxy trải qua một phản ứng điện hóa, tạo ra điện để cung cấp cho động cơ xe.

Xe chạy bằng hydro

Năng lượng lưu trữ trong hydro khiến nó trở thành một nhiên liệu thay thế khả thi cho xăng. Nhưng vì là chất khí nên nó chứa ít năng lượng trên một đơn vị thể tích hơn xăng, và phải được bảo quản trong môi trường áp suất cao. Điều này cần đến các thiết bị chuyên dụng đòi hỏi năng lượng, từ đó tạo ra khí thải. Các nhà khoa học đang phát triển, cải tiến các phương pháp lưu trữ và vận chuyển, chẳng hạn như hydride kim loại. Những chất này lưu trữ hydro ở dạng rắn, mà sau đó sẽ trải qua phản ứng hóa học thuận nghịch (xem trang 42-43) để giải phóng hydro tinh khiết khi cần. Điều này giúp giải quyết bài toán lưu trữ, nhưng lại tạo ra các vấn đề của riêng nó, chẳng hạn như khối lượng của hợp chất.

Bộ điều khiển công suất lấy điện từ pin nhiên liệu, điều khiển lưu lượng của nó đến động cơ

BỘ ĐIỀU KHIỂN CÔNG SUẤT

NGĂN CHỨA PIN NHIÊN LIỆU

ĐỘNG CƠ

2 Chuyển đổi thành điện
Ngăn chứa pin nhiên liệu bao gồm hàng trăm pin nhiên liệu riêng lẻ. Trong mỗi pin, hydro và oxy được kết hợp để tạo ra điện. Quá trình này hiệu quả hơn nhiều so với việc đốt cháy nhiên liệu trong một chiếc xe chạy bằng xăng.

3 Cung cấp cho động cơ
Một động cơ điện trực tiếp điều khiển các bánh xe, vì vậy nó ít gây tiếng ồn hơn hẳn so với động cơ đốt trong. Năng lượng bị lãng phí ít hơn, giúp cho quá trình hiệu quả hơn.

Carbon

Nguyên tố carbon chiếm 20% trong tất cả các sinh vật sống và các nguyên tử của nó là vật liệu xây dựng nên các phân tử phức tạp nhất mà khoa học biết đến. Không có nguyên tố nào khác có cấu trúc đủ linh hoạt để hoạt động theo cách tương tự.

HỮU CƠ LÀ GÌ?

Theo nghĩa hóa học, các chất "hữu cơ" có chứa carbon. Thuật ngữ này thường được giới hạn trong các hợp chất của carbon và hydro, được gọi là hydrocarbon.

Điều gì khiến carbon đặc biệt?

Các nguyên tử carbon liên kết với các nguyên tử khác theo nhiều cách để tạo thành một loạt các hình dạng phân tử đáng kinh ngạc. Mỗi nguyên tử carbon có một vỏ ngoài gồm bốn electron có thể tạo thành bốn liên kết mạnh. Thông thường nhất, các nguyên tử carbon liên kết với các nguyên tử hydro nhỏ hơn, hoặc liên kết với nhau – nhưng các nguyên tố khác cũng có thể là một phần trong đó. Kết quả thu được là các phân tử có chứa một "bộ xương" carbon liên kết với nhau và một "lớp da" hydro bao phía ngoài: từ khí methan đơn giản, chỉ với một nguyên tử carbon, đến các chuỗi cực dài.

Hạt nhân của một nguyên tử carbon luôn chứa sáu proton tích điện dương

Hai electron quay xung quanh hạt nhân ở lớp trong cùng của nguyên tử

Hầu hết các nguyên tử carbon chứa sáu neutron trong hạt nhân của chúng; các loại carbon hiếm hơn – được gọi là đồng vị – có số neutron khác

Mỗi liên kết cộng hóa trị bao gồm hai electron dùng chung – một từ hydro và một từ vỏ ngoài của carbon

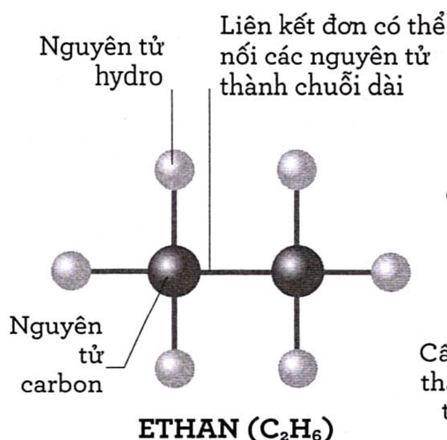
Hạt nhân hydro bao gồm một proton duy nhất

Liên kết carbon với hydro

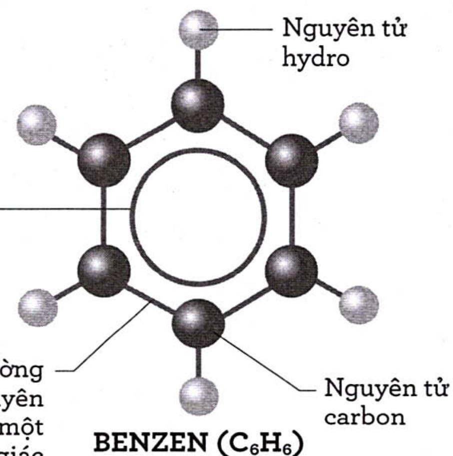
Các nguyên tử carbon hình thành liên kết cộng hóa trị với các nguyên tử lân cận (xem trang 40-41). Điều này có nghĩa là electron được chia sẻ trong một kết nối mạnh mẽ. Một nguyên tử carbon liên kết với bốn nguyên tử hydro để tạo ra một phân tử methan.

CHUỖI VÀ VÒNG

Có vô vàn cách để carbon và các nguyên tử khác có thể liên kết với nhau để tạo thành các phân tử. Mỗi hình dạng là một hợp chất hóa học độc nhất với các thuộc tính riêng. Chuỗi ngắn nhất là khí tự nhiên gồm hai nguyên tử carbon được gọi là ethan (C_2H_6). Nếu đủ dài, các đầu của một chuỗi nguyên tử carbon có thể nối lại thành vòng – chẳng hạn như benzen (C_6H_6), một thành phần lỏng của dầu thô.



ETHAN (C_2H_6)



BENZEN (C_6H_6)

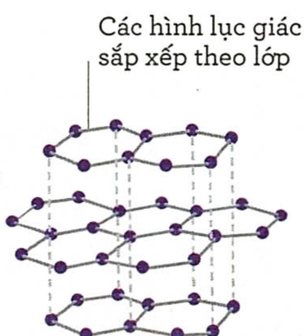


Các dạng thù hình của carbon

Các nguyên tử của một số nguyên tố ở dạng tinh khiết nhất của chúng có thể liên kết lại theo những cách khác nhau, hình thành các trạng thái vật lý khác nhau được gọi là thù hình. Carbon rắn có ba thù hình chính: than chì với cấu trúc lớp dễ vỡ, tinh thể kim cương siêu cứng, và fullerene dạng "chiếc lồng" rỗng.

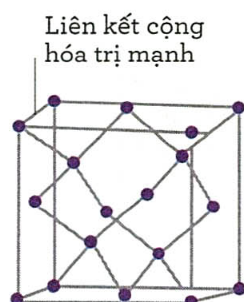
Than chì

Than chì dễ vỡ vì các nguyên tử carbon của nó được sắp xếp theo cấu tạo lớp, vì vậy chúng có thể trượt qua nhau. Mỗi nguyên tử có ba, thay vì bốn, liên kết đơn; các electron thừa di chuyển qua lại giữa các tấm, làm cho than chì có tính dẫn điện.



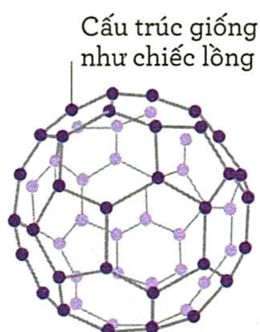
Kim cương

Trong kim cương, các nguyên tử carbon được sắp xếp thành một tinh thể ba chiều, mỗi nguyên tử liên kết với bốn nguyên tử khác. Điều này khiến cho toàn bộ cấu trúc trở nên rất mạnh và rất cứng. Không có electron tự do nào, vì vậy khác với như than chì, kim cương không dẫn điện.



Fullerene

Fullerene có các nguyên tử được sắp xếp thành những "chiếc lồng" hình cầu hoặc hình ống. Mặc dù rỗng, cấu trúc của chúng vẫn cứng cáp và mạnh mẽ; ngoài ra, sự sắp xếp nguyên tử độc đáo của fullerene có nhiều ứng dụng, chẳng hạn như giúp gia cố than chì trong vợt tennis.

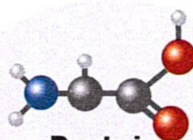


KIM CƯƠNG CULLINAN – VIÊN KIM CƯƠNG LỚN NHẤT THẾ GIỚI – CÓ TRỌNG LƯỢNG 621,35 G



Các khối xây dựng sự sống

Các phân tử chứa carbon phức tạp nhất đều nằm trong cơ thể của các sinh vật sống. Ở đây, các nguyên tử carbon thường xuyên kết hợp oxy, nitơ và một vài nguyên tố khác vào cấu trúc của chúng để tạo thành các chất sinh hóa – các phân tử của sự sống. Hầu hết trong số này rơi vào bốn nhóm chính: protein, carbohydrat, lipid và acid nucleic. Tất cả được hình thành qua các chuỗi phản ứng phức tạp được gọi là trao đổi chất.



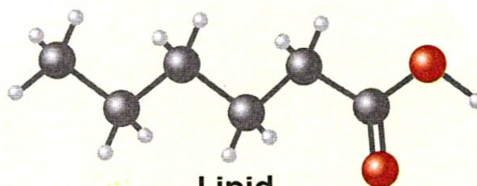
Protein

Các acid amin chứa carbon tạo thành chuỗi gọi là protein, vốn là thành phần tạo nên các mô như cơ bắp, cũng như giúp tăng tốc độ phản ứng trong tế bào.



Carbohydrat

Carbon là cấu thành quan trọng của các loại carbohydrat, trong đó loại đơn giản nhất là đường, sẽ được phân giải để giải phóng năng lượng.



Lipid

Chất béo và dầu – gọi chung là lipid – chứa các phân tử được gọi là acid béo, hình thành từ carbon, hydro và oxy. Rất nhiều trong số lipid này là nguồn dự trữ năng lượng.

CHÚ THÍCH

- Carbon
- Hydro
- Oxy
- Nitơ



Acid nucleic

Acid nucleic – chẳng hạn như ADN – là các phân tử phức tạp mang thông tin di truyền; chúng bao gồm nitơ, phosphor và carbon.

Không khí

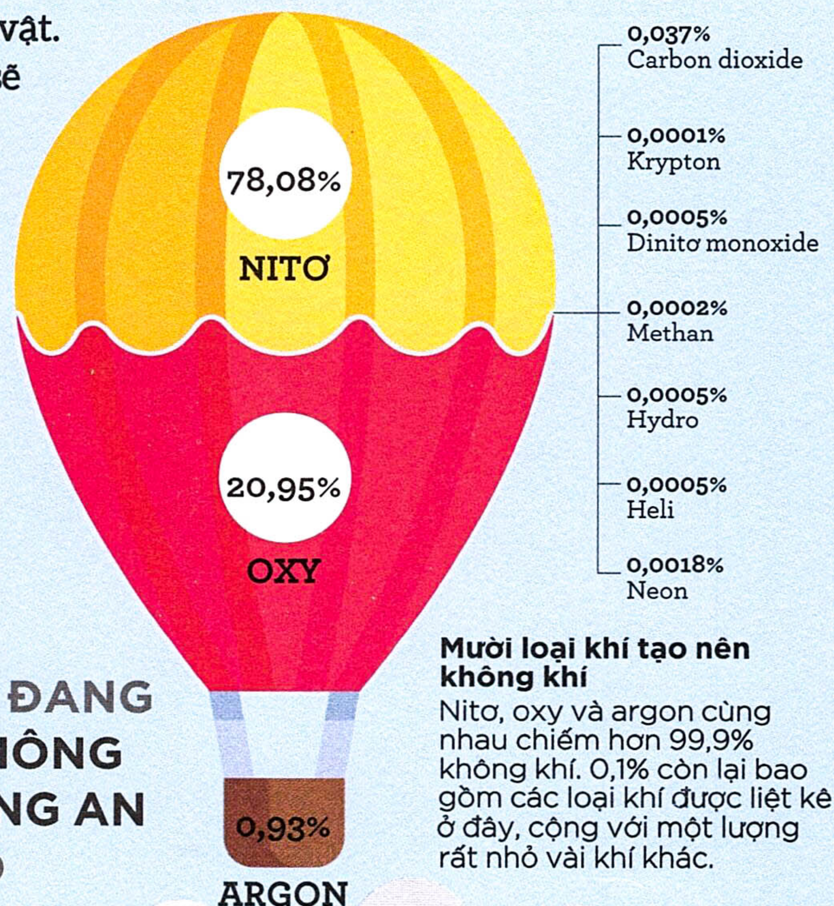
Không khí là hỗn hợp khí trong khí quyển. Nó rất quan trọng cho sự sống còn, cung cấp oxy cho hô hấp ở động vật, và carbon dioxide cho quang hợp ở thực vật. Thế nên, khi không khí trở nên ô nhiễm, nó sẽ ảnh hưởng đến các quá trình này và có thể gây hại cho sức khỏe của chúng ta.

Thành phần của không khí

Không khí chủ yếu là nitơ, với khoảng 20% oxy, 1% argon và một lượng nhỏ các loại khí khác bao gồm cả carbon dioxide (CO_2). Lượng hơi nước trong không khí khác nhau tùy địa điểm, do đó nó thường không được tính vào thành phần của không khí, nhưng nó có thể chiếm tới 5% không khí ở vùng khí hậu ẩm. Hành vi của con người cũng làm thay đổi thành phần của không khí, đáng chú ý nhất là khi chúng ta làm tăng lượng CO_2.



92% DÂN SỐ THẾ GIỚI ĐANG PHẢI HÍT THỞ LOẠI KHÔNG KHÍ VƯỢT QUÁ NGƯỠNG AN TOÀN THEO TIÊU CHUẨN WHO

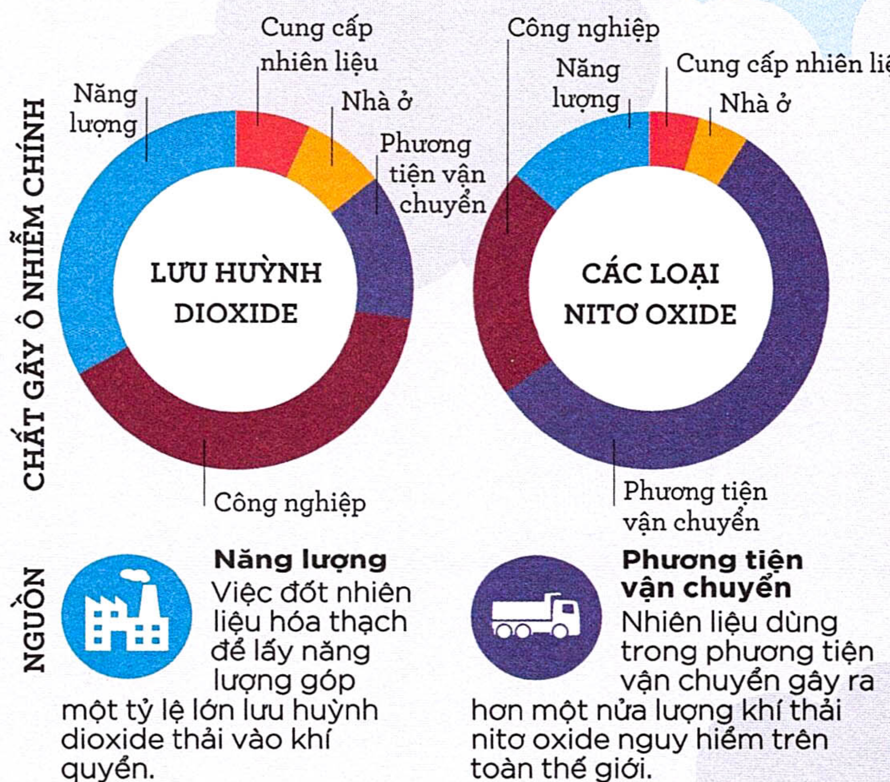


Mười loại khí tạo nên không khí
Nitơ, oxy và argon cùng nhau chiếm hơn 99,9% không khí. 0,1% còn lại bao gồm các loại khí được liệt kê ở đây, cộng với một lượng rất nhỏ vài khí khác.

Ô nhiễm không khí

Ô nhiễm không khí đang là một vấn đề nghiêm trọng – Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) phát hiện ra rằng không khí ô nhiễm là nguyên nhân gây tử vong cao hơn cả lao phổi, HIV/AIDS và tai nạn giao thông cộng lại. Tại các nước đang phát triển, nguồn gây ô nhiễm không khí lớn nhất là đốt gỗ hoặc nhiên liệu khác trong nhà. Ở các thành phố, khí thải từ xe hơi, nhà ở, và các khu công nghiệp có thể hình thành các khu vực ô nhiễm cao. Tình hình này có thể làm trầm trọng thêm triệu chứng của bệnh hen suyễn và các bệnh hô hấp khác. Chất dạng hạt (bụi mịn) – một hỗn hợp phức tạp gồm các hạt nhỏ trong không khí và các giọt chất lỏng – sẽ trở nên đặc biệt có hại nếu chúng đủ mịn để thâm nhập sâu vào phổi.

Các chất gây ô nhiễm chính và nguồn của chúng
Có sáu chất gây ô nhiễm chính, được thải trực tiếp vào khí quyển, và tương tự, cũng có sáu nguồn tạo ra các chất gây ô nhiễm chính. Hình minh họa được mã hóa màu cho thấy tỷ trọng chất gây ô nhiễm chính tạo ra bởi từng nguồn.



Năng lượng
Việc đốt nhiên liệu hóa thạch để lấy năng lượng góp một tỷ lệ lớn lưu huỳnh dioxide thải vào khí quyển.

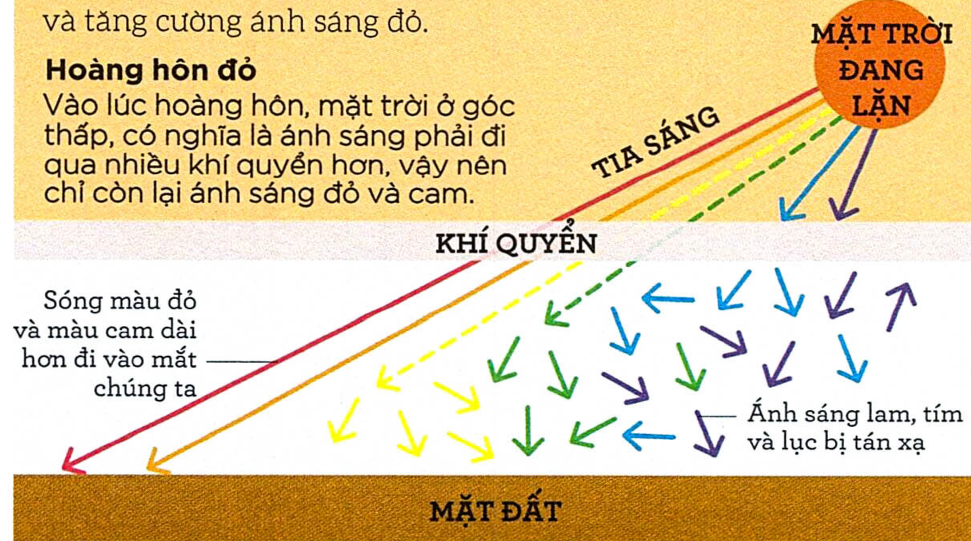
Phương tiện vận chuyển
Nhiên liệu dùng trong phương tiện vận chuyển gây ra hơn một nửa lượng khí thải nitơ oxide nguy hiểm trên toàn thế giới.



Màu sắc thay đổi của bầu trời

Màu sắc của ánh sáng khả kiến phụ thuộc vào việc sóng ánh sáng nào chiếu vào mắt chúng ta. Ánh sáng lam, với bước sóng ngắn, bị tán xạ nhiều nhất bởi các hạt trong khí quyển. Quá trình này tạo ra hiệu ứng bầu trời xanh vào ban ngày (xem trang 107). Ánh sáng đỏ và cam, với bước sóng dài hơn, bị tán xạ ít nhất, vì vậy ta không thể nhìn thấy chúng vào ban ngày, nhưng có thể nhìn được chúng vào lúc hoàng hôn, khi mặt trời lặn gần xuống đường chân trời. Hoàng hôn màu đỏ như máu xảy ra ở các thành phố phần lớn là do các hạt lơ lửng thải ra từ động cơ đốt trong. Những hạt này tán xạ ánh sáng tím và lam và tăng cường ánh sáng đỏ.

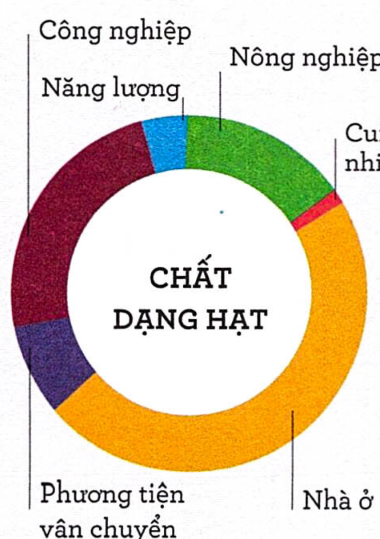
Hoàng hôn đỏ
Vào lúc hoàng hôn, mặt trời ở góc thấp, có nghĩa là ánh sáng phải đi qua nhiều khí quyển hơn, vậy nên chỉ còn lại ánh sáng đỏ và cam.

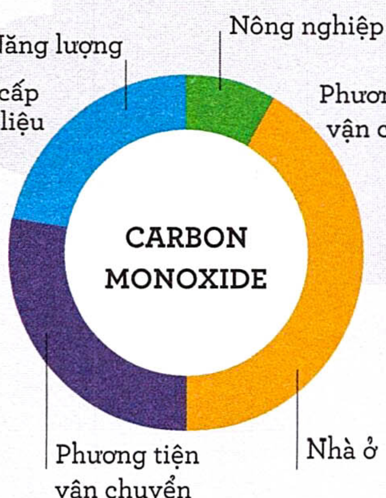


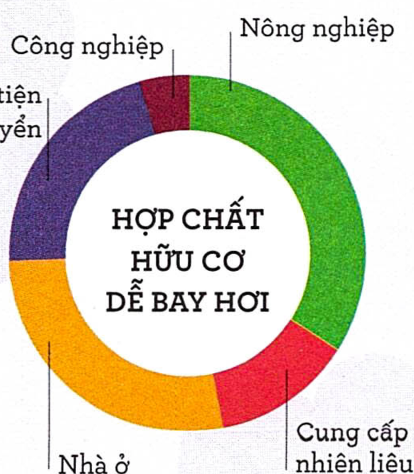
Ô NHIỄM TRONG NHÀ

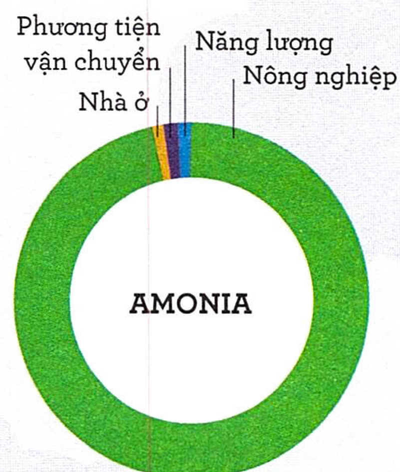
Không khí trong nhà của chúng ta cũng có thể bị ô nhiễm nặng. Benzen từ khói thuốc lá, sơn và nến thơm, nitơ dioxide phát ra từ quá trình đốt cháy không hoàn toàn trong bếp gas, và formaldehyde từ lớp mút xốp bên trong đồ nội thất đều cực kỳ phổ biến trong nhà, và tất cả đều nguy hiểm cho sức khỏe của chúng ta. Việc tăng số lượng cây trồng trong nhà sẽ giúp hấp thụ các hóa chất độc hại, máy lọc không khí cũng ngày càng hiệu quả hơn trong việc cải thiện chất lượng không khí.









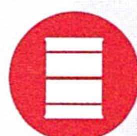




Công nghiệp
Các nhà máy gây ra một lượng lớn phát thải lưu huỳnh dioxide, nitơ oxide và chất dạng hạt.



Nhà ở
Phần lớn lượng khí thải carbon monoxide sinh ra trong quá trình nấu nướng và sưởi ấm trong nhà, đặc biệt là với bếp lò nhiên liệu rắn.



Cung cấp nhiên liệu
Chiết xuất, phương tiện vận chuyển và xử lý nhiên liệu cũng tạo ra ô nhiễm, chủ yếu là dưới dạng các hợp chất hữu cơ dễ bay hơi.



Nông nghiệp
Nông nghiệp gây ra phần lớn lượng khí thải amonia từ chất thải động vật.

Cháy và nổ

Việc tìm ra lửa đã cho phép con người có thể nấu ăn, xua đuổi động vật nguy hiểm, tạo ra điện và phát triển các động cơ. Nhưng lửa cũng có thể gây ra thiệt hại lớn nếu nó vượt khỏi tầm kiểm soát; một quá trình đốt cháy đơn giản có thể trở thành một vụ nổ tàn khốc, vì vậy điều quan trọng là phải hiểu rõ cách hoạt động của lửa.

Sự cháy

Cháy là một phản ứng hóa học. Một loại nhiên liệu, thông thường là một hydrocarbon như than đá hoặc methan, phản ứng với oxy trong không khí, giải phóng năng lượng dưới dạng nhiệt và ánh sáng. Trong quá trình đốt cháy hoàn toàn, với lượng oxy dồi dào, carbon dioxide và nước được tạo ra. Một khi nó đã bắt đầu, quá trình đốt cháy sẽ luôn tiếp tục, trừ phi lửa được dập tắt, hoặc nhiên liệu hay oxy cạn kiệt.



MỘT VỤ CHÁY RỪNG CÓ THỂ CÓ NHIỆT ĐỘ LÊN ĐẾN 800°C HOẶC HƠN

TỰ BỐC CHÁY

Thông thường, năng lượng, như tia lửa hoặc ngọn lửa, cần phải được thêm vào để bắt đầu quá trình đốt cháy. Tuy nhiên, một số chất - như cỏ khô, một số loại dầu hoặc một số nguyên tố dễ phản ứng như rubidi - có thể tự bốc cháy nếu chúng đủ nóng.


CỎ KHÔ VÀ RƠM


DẦU LANH


RUBIDI

Carbon monoxide từ quá trình đốt cháy không hoàn toàn carbon trong than

Lưu huỳnh dioxide từ quá trình đốt cháy tạp chất trong than

Carbon dioxide

Nitơ oxide từ quá trình đốt các tạp chất trong than



Oxy trong không khí

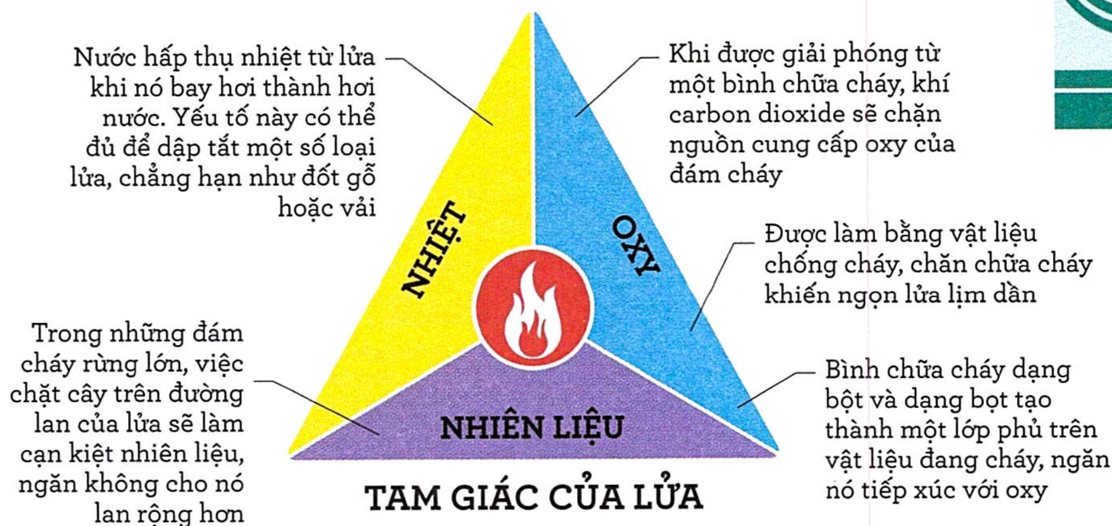
Carbon trong than

Đốt than
Đốt cháy hoàn toàn than tạo ra carbon dioxide. Nếu oxy tiếp xúc không đều với than, quá trình đốt cháy không hoàn toàn cũng xảy ra, tạo ra carbon monoxide. Các tạp chất trong than được giải phóng dưới dạng lưu huỳnh dioxide và nitơ oxide.



Dập tắt đám cháy

Lửa cần ba thứ để có thể cháy: nhiệt, nhiên liệu và oxy (thường ở trong không khí). Loại bỏ bất kỳ yếu tố nào trong số đó có thể dập lửa. Tuy nhiên, phương pháp để dập tắt đám cháy phụ thuộc vào loại cháy. Ví dụ, sử dụng nước để dập lửa điện có thể dẫn đến điện giật, và sử dụng nước trên lửa dầu hoặc mỡ có thể khiến dầu hoặc mỡ cháy lan rộng.

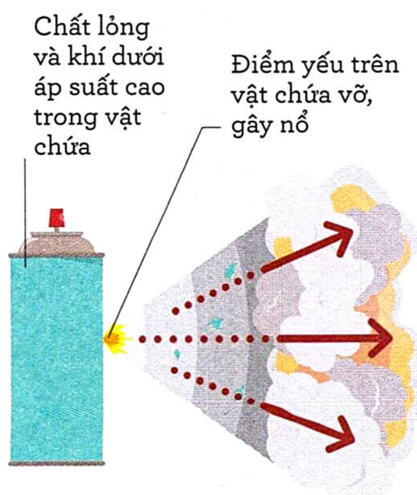


Nổ

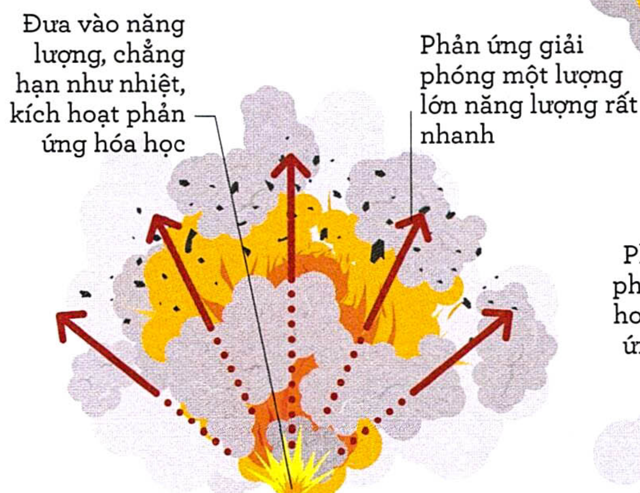
Một vụ nổ là một sự giải phóng đột ngột nhiệt, ánh sáng, khí và áp suất. Nổ xảy ra nhanh hơn nhiều so với cháy. Nhiệt từ vụ nổ không thể tiêu tan, và các khí sinh ra sẽ nhanh chóng lan rộng, tạo ra một sóng xung kích vượt ra khỏi vụ nổ và có thể đủ mạnh gây thương tích và thiệt hại tài sản. Các mảnh vụn bị đẩy ra ngoài bởi vụ nổ cũng sẽ gây thêm thiệt hại.

LIỆU BẠN CÓ THỂ CHẠY THOÁT KHỎI MỘT VỤ NỔ?

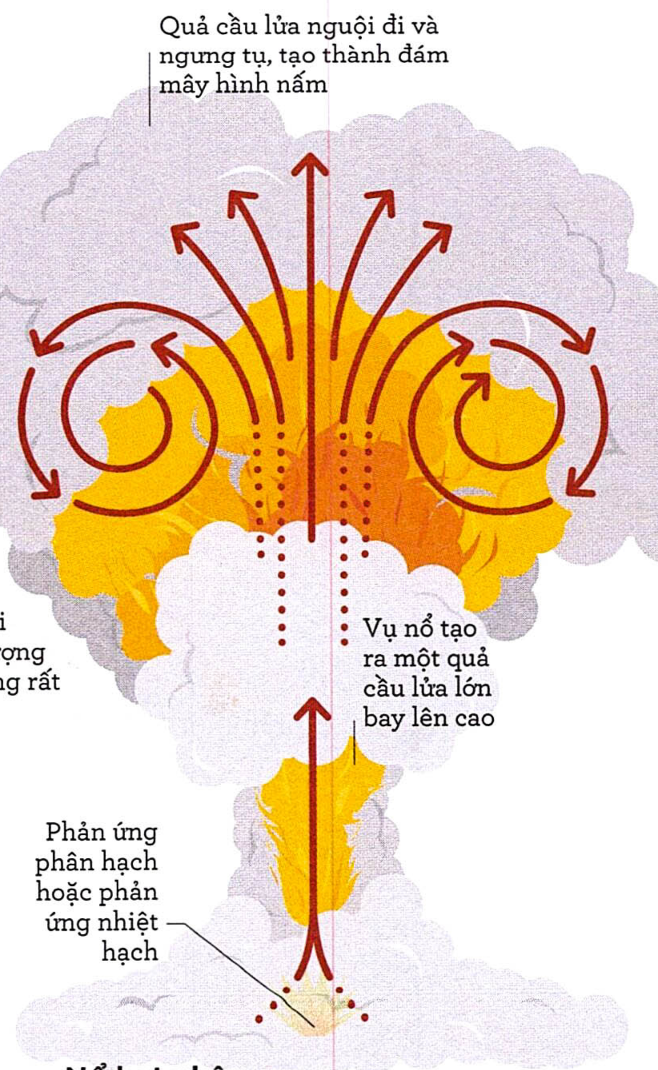
Không. Trong một vụ nổ hóa chất, tốc độ của vật liệu bắn ra là hơn 8 km/s, nhanh hơn bất cứ ai có thể chạy.



Nổ vật lý
Một điểm yếu nhỏ trong một vật chứa có áp suất có thể gây vỡ và cho phép chất bên trong thoát ra đột ngột. Việc giảm áp suất khiến các khí dãn nở rất nhanh, dẫn đến một vụ nổ.



Nổ hóa học
Các vụ nổ hóa học thường do các phản ứng nhanh, giải phóng một lượng lớn khí và nhiệt. Phản ứng thường được kích hoạt bởi nhiệt, như trong trường hợp thuốc súng, hoặc sốc vật lý, như với nitroglycerine.



Nổ hạt nhân
Vụ nổ hạt nhân có thể được cung cấp năng lượng bằng phản ứng phân hạch (chia tách) hoặc nhiệt hạch (tổng hợp) của hạt nhân nguyên tử. Cả hai cách đều rất nhanh chóng tạo ra một năng lượng khổng lồ, đi kèm với đó là bụi phóng xạ.

Nước

Nước có thể rất bình thường trong cuộc sống hằng ngày, nhưng nó rất phi thường. Nước là chất duy nhất có thể tồn tại ở cả ba thể: rắn, lỏng và khí ở nhiệt độ và áp suất bình thường, đồng thời là chất duy nhất ở thể rắn lại có khối lượng riêng nhỏ hơn ở thể lỏng.

Nước đá
Khi nước được làm lạnh, các phân tử của nó chuyển động chậm lại, cho phép hình thành nhiều liên kết hydro hơn. Các liên kết này nối các phân tử lại với nhau khi nước đóng băng và bị khóa chặt trong một cấu trúc mở. Đây là lý do tại sao nước lại "nở" khi nó đông cứng.

Hình thành nhiều liên kết hydro hơn

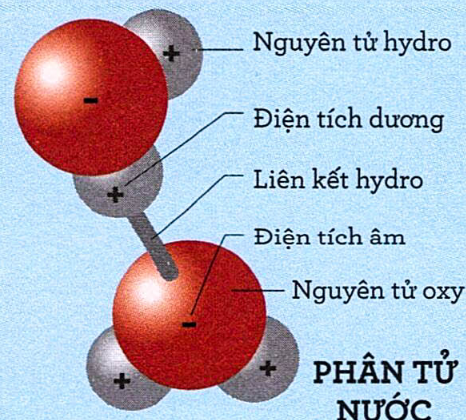
Các phân tử trải ra, gây ra sự dãn nở

Nước lỏng
Khi nước là chất lỏng, liên kết hydro của nó liên tục được hình thành và phá vỡ khi các phân tử di chuyển qua nhau. Nếu không có các liên kết này, nước sẽ là một chất khí ở nhiệt độ phòng.

Các liên kết bị phá vỡ khi các phân tử nước di chuyển

Tính chất độc đáo

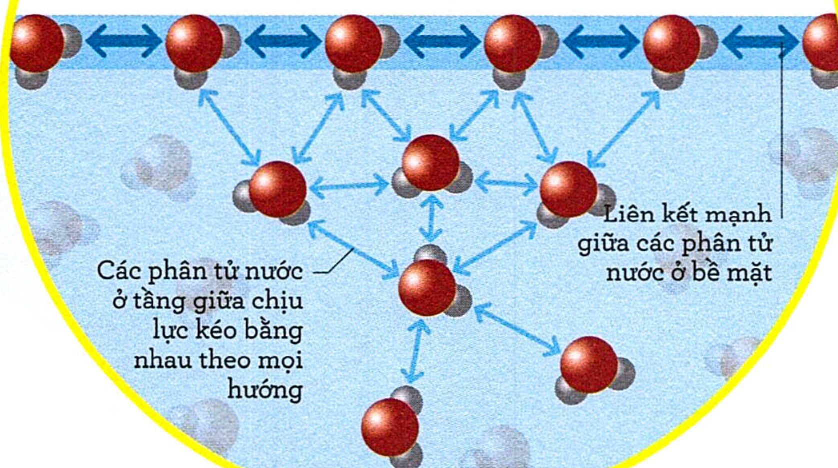
Mỗi phân tử nước bao gồm hai nguyên tử hydro liên kết với một nguyên tử oxy. Một bên của phân tử (bên có oxy) có điện tích âm yếu, trong khi bên còn lại có điện tích dương nhỏ. Các điện tích khác nhau này cho phép hình thành liên kết hydro giữa các phân tử, tạo cho nước tính chất độc đáo của nó.





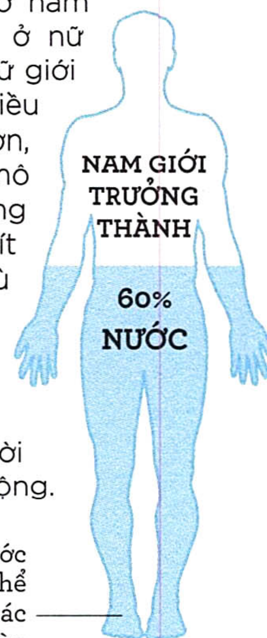
SỨC CĂNG BỀ MẶT

Các phân tử nước thích liên kết với nhau hơn là với không khí. Do đó, các phân tử nước ở bề mặt liên kết mạnh hơn với các phân tử nước lân cận, thay vì liên kết với các phân tử không khí ở bên trên chúng. Trong thực tế, điều này tạo ra một mặt nước đủ bền để cho phép côn trùng nhỏ đi trên đó.



NƯỚC TRONG CƠ THỂ

Nước chiếm khoảng 60% trọng lượng cơ thể ở nam giới và khoảng 55% ở nữ giới. Lượng nước ở nữ giới thấp hơn vì họ có nhiều chất béo cơ thể hơn, vốn chứa ít nước hơn mô nạc. Trung bình, chúng ta cần uống 1,5 đến 2 lít nước mỗi ngày để bù cho lượng nước mất qua nước tiểu, mồ hôi và hơi thở, mặc dù lượng chính xác còn phụ thuộc vào thời tiết và mức độ hoạt động.



HIỆN TƯỢNG MAO DẪN

Các phân tử nước bị hút vào một số bề mặt – độ lớn của lực phụ thuộc vào vật liệu bề mặt. Trong một ống thủy tinh mỏng, nước dâng lên thành ống vì lực hấp dẫn giữa các phân tử thủy tinh và nước mạnh hơn so với lực giữa các phân tử nước.

Ống càng hẹp, nước càng dâng cao

Nước bị hút vào thành ống hơn là bị hút bởi chính nó

ỐNG MAO DẪN

Các phân tử nước ở ngoài kéo các phân tử lân cận, truyền lực hấp dẫn dọc theo mặt nước

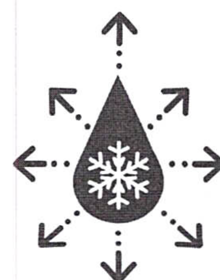
Nước di chuyển lên trên

TẠI SAO ĐÔI KHI NƯỚC CÓ MÀU XANH?

Nước hấp thụ các ánh sáng có bước sóng dài, ở gần phía đầu đỏ của quang phổ, vì vậy phần còn lại mà ta thấy được chỉ gồm các ánh sáng với bước sóng ngắn hơn, ở phía đầu xanh.

9 PHẦN TRĂM

LÀ MỨC MÀ NƯỚC DÃN NỞ THÊM KHI NÓ ĐÔNG CỨNG

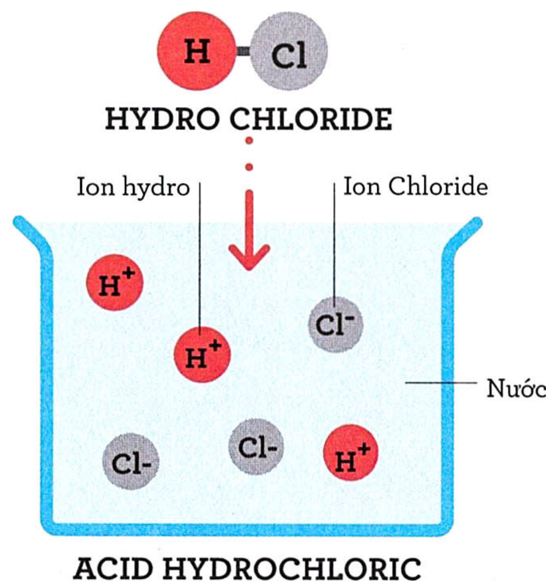


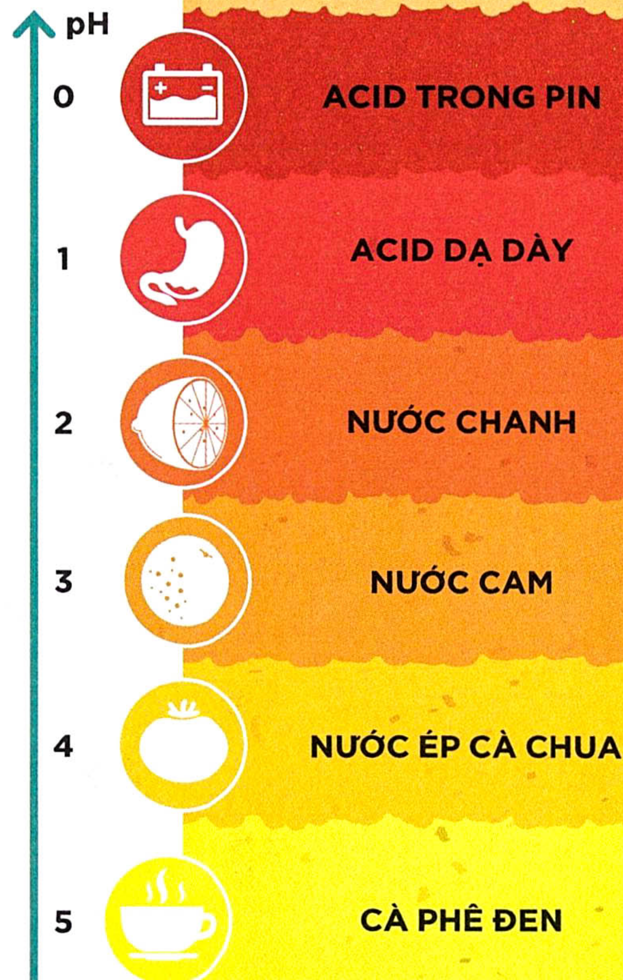
Acid và base

Mặc dù chúng có tác dụng ngược nhau về mặt hóa học, cả acid và base đều quen thuộc với chúng ta dưới dạng những chất ăn mòn, thậm chí ăn mòn tới mức nguy hiểm. Độ mạnh yếu của acid và base là cực kỳ đa dạng.

Thế nào là acid?

Acid là các chất mà khi hòa tan trong nước sẽ giải phóng nguyên tử hydro dưới dạng ion hydro tích điện dương. Càng nhiều ion này được giải phóng, acid càng mạnh. Ví dụ, khí hydro chloride sẽ hoạt động theo cách này để tạo thành một dung dịch gọi là acid hydrochloric. Đây là một trong những acid mạnh nhất, với nồng độ ion hydro lớn hơn hàng nghìn lần so với các acid yếu hơn được tìm thấy trong một số loại trái cây chua.





MƯA ACID

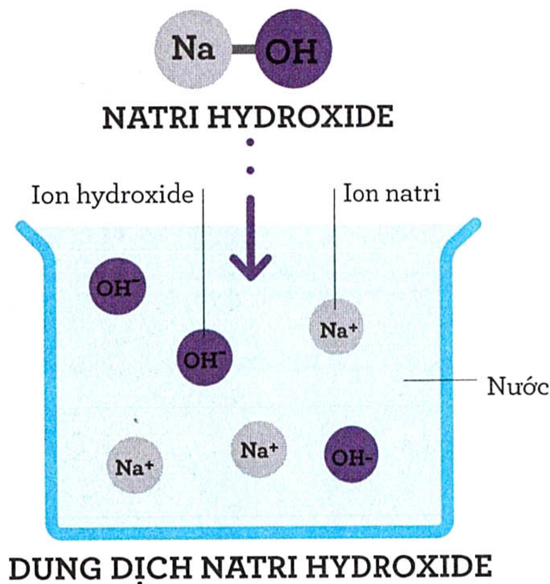
Tác dụng ăn mòn của một acid là do các ion hydro của nó gây ra, bởi vì các phần tử hóa học có tính phản ứng cao này có khả năng phá vỡ các vật liệu khác. Khí lưu huỳnh dioxide gây ô nhiễm, một sản phẩm phụ của công nghiệp, phản ứng với các giọt nước trong khí quyển tạo thành acid sulfuric. Khi các giọt này rơi xuống, chúng chính là mưa acid, ăn mòn các tòa nhà đá vôi, làm chết tán lá cây cũng như nhiều loại thực vật khác.





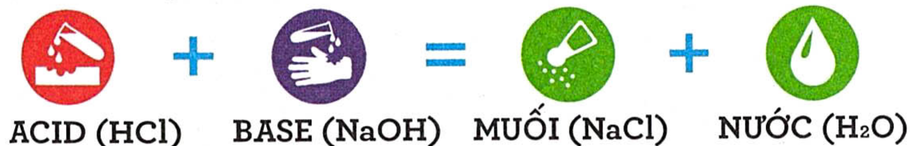
Thế nào là base?

Base là các chất hóa học đối kháng (đối lập) với acid – nhưng khả năng phản ứng cũng tương tự như acid. Các base trung hòa acid bằng cách trung hòa các ion hydro của chúng. Đá vôi hoặc phấn là các loại đá cơ bản vì chúng phản ứng với acid theo cách này. Các base mạnh nhất, chẳng hạn như natri hydroxide (xút ăn da), có thể dễ dàng hòa tan trong nước và được gọi là kiềm. Trong nước, chúng giải phóng các hạt tích điện âm gọi là ion hydroxide.



Phản ứng acid-base

Phản ứng giữa một acid và một base tạo ra nước và một loại chất khác gọi là muối. Loại muối hình thành phụ thuộc vào các loại acid và base tham gia phản ứng. Chẳng hạn, acid hydrochloric và natri hydroxide phản ứng tạo thành natri chloride (muối ăn thông thường), còn các ion hydroxide và hydro kết hợp với nhau dưới dạng nước.



ACID VÀ KIỀM GÂY HẠI CHO TA NHƯ THẾ NÀO?

Acid và kiềm đều gây hư hại protein trong da, làm chết các tế bào da. Ngoài ra, khác với acid, kiềm còn có khả năng hóa lỏng mô, từ đó có thể giúp chúng xâm nhập sâu hơn vào cơ thể và gây hại nhiều hơn acid.

Đo độ acid

Thang đo pH là thước đo độ acid hoặc kiềm của một chất. Nó dao động từ pH 0 của acid mạnh đến pH 14 của kiềm mạnh. Ở mỗi nấc của thang đo, nồng độ ion hydro thấp hơn 10 lần so với nấc trước đó. Một loại sắc tố được gọi là chất chỉ thị có thể được sử dụng để đo độ pH của một chất. Phản ứng với chất chỉ thị tạo ra màu, từ đỏ cho pH 0 đến tím cho pH 14, và lục ở pH 7 (trung tính).

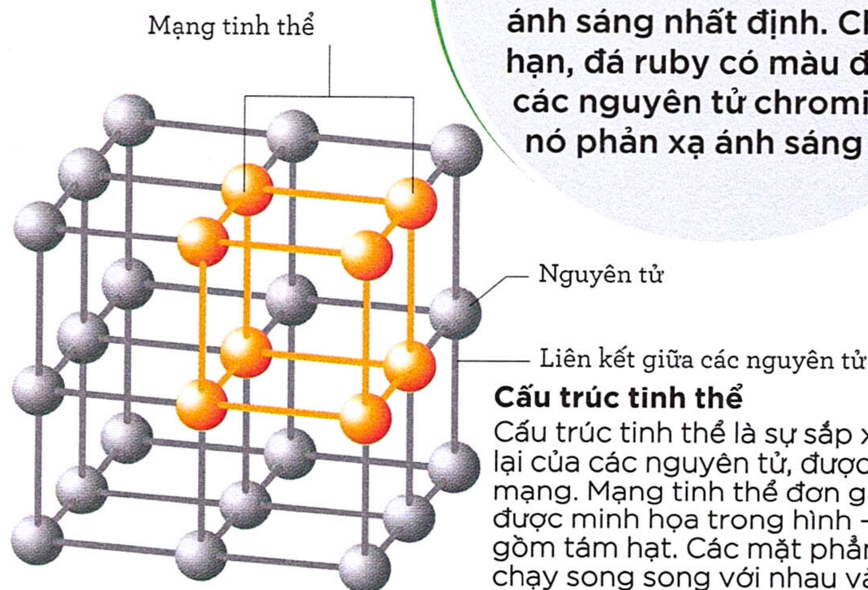
6 SỮA BÒ
7 NƯỚC TINH KHIẾT
8 NƯỚC BIỂN
9 BAKING SODA (MUỐI NỞ)
10 THUỐC VIÊN KHÁNG ACID
11 AMONIA
12 THUỐC TẨY
13 CHẤT TẨY RỬA NHÀ BẾP
14 CHẤT TẨY RỬA CỐNG RÃNH

Tinh thể

Từ những viên đá quý cứng nhất đến những bông tuyết mỏng manh, cấu trúc tinh thể có thể vô cùng xinh đẹp. Tính chất này đến từ sự sắp xếp vi mô cực kỳ chính xác của các nguyên tử hoặc các hạt khác.

Một tinh thể là gì?

Chất rắn kết tinh (xem trang 14) được tạo thành từ các hạt được sắp xếp gọn gàng: một trật tự lặp đi lặp lại của các nguyên tử, ion hoặc phân tử trong toàn bộ cấu trúc. Đây là điểm trái ngược với chất rắn vô định hình (không kết tinh), chẳng hạn như polyethylen hoặc thủy tinh (xem trang 70-71), trong đó các hạt được xáo trộn ngẫu nhiên với nhau. Một số chất rắn, ví dụ như hầu hết các kim loại, chỉ kết tinh một phần. Chúng chứa rất nhiều tinh thể nhỏ gọi là hạt tinh thể, nhưng các hạt riêng lẻ này liên kết với nhau ngẫu nhiên.



Cấu trúc tinh thể
Cấu trúc tinh thể là sự sắp xếp lặp đi lặp lại của các nguyên tử, được gọi là một mạng. Mạng tinh thể đơn giản nhất – được minh họa trong hình – là một khối gồm tám hạt. Các mặt phẳng nguyên tử chạy song song với nhau và các tinh thể có thể được phân chia dọc theo các mặt phẳng này.

TẠI SAO MỘT SỐ TINH THỂ LẠI CÓ MÀU?

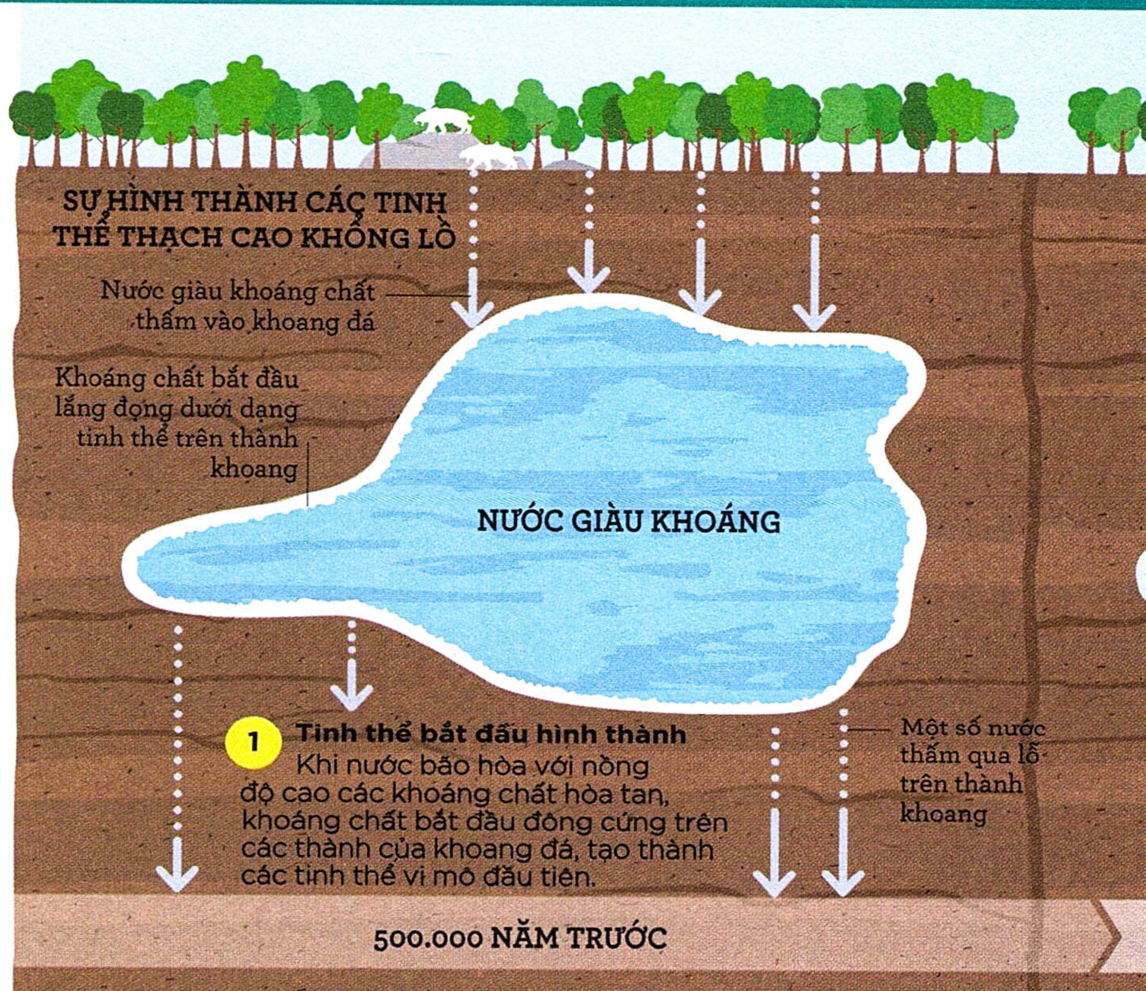
Giống như bất kỳ chất nào, tinh thể sẽ có màu nếu các nguyên tử của chúng phản xạ hoặc hấp thụ các bước sóng ánh sáng nhất định. Chẳng hạn, đá ruby có màu đỏ do các nguyên tử chromi của nó phản xạ ánh sáng đỏ.

Tinh thể khoáng

Khoáng chất – các thành phần hóa học của đá – được kết tinh từ móng đá của Trái Đất qua các quá trình địa chất. Tinh thể hình thành khi đá nóng chảy rắn lại, hoặc khi các mảnh rắn tái kết tinh do nhiệt và áp suất. Các tinh thể cũng có thể hình thành từ dung dịch, vì các khoáng chất hòa tan sẽ lắng đọng nếu chúng trở nên quá đậm đặc để dòng nước có thể mang theo. Nếu sự kết tinh này ổn định trong một thời gian dài (hình bên phải), tinh thể có thể phát triển đến kích thước khổng lồ.



CÁC TINH THỂ THẠCH CAO TỰ NHIÊN KHỔNG LỒ NẶNG TỚI 50 TẤN

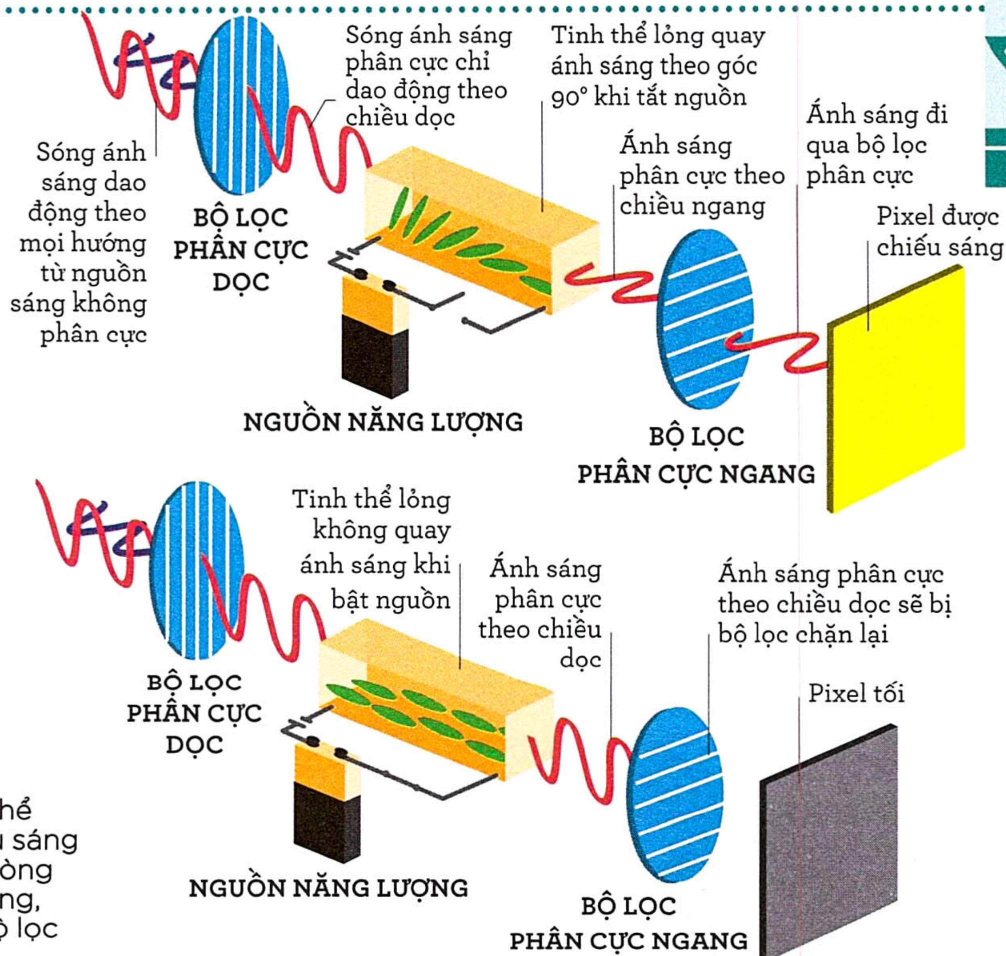




Tinh thể lỏng

Một số chất tuy chảy nhưng cũng có tính kết tinh. Những tinh thể lỏng này tồn tại ở trạng thái giữa lỏng và rắn. Các hạt của chúng được sắp xếp gọn gàng, nhưng chúng cũng có thể xoay, nên chúng quay về các hướng khác nhau. Giống như các hạt trong tinh thể rắn, chúng ảnh hưởng đến cách truyền ánh sáng. Các phân tử quay có thể "xoắn" ánh sáng phân cực (ánh sáng dao động theo một hướng). Đặc tính này tạo thành cơ sở của màn hình tinh thể lỏng (LCD), trong đó điện điều khiển sự sắp xếp các phân tử để chiếu sáng một số pixel nhất định mà không phải là các pixel khác.

Màn hình tinh thể lỏng
Ở trạng thái "nghỉ ngơi", các phân tử tinh thể lỏng vẫn xoắn ánh sáng phân cực để chiếu sáng một pixel. Nhưng khi được căn chỉnh bởi dòng điện, ánh sáng đi qua mà không bị đổi hướng, và rung động dọc của nó đã bị chặn bởi bộ lọc ngang, kết quả là tạo thành một pixel tối.



Các tinh thể lớn dần khi nhiều khoáng chất lắng đọng hơn

NƯỚC GIÀU KHOÁNG

Lớp không đều trên thành khoang có chứa tinh thể lớn

Khoang trống rỗng không còn nước

2 Lớp tinh thể lớn dần
Các tinh thể nhỏ đầu tiên đã trở thành "hạt giống" cho tăng trưởng. Khoáng vật rắn sau đó tiếp tục lắng đọng trên các tinh thể, sao chép sự sắp xếp các hạt của chúng và làm cho các tinh thể lớn dần.

3 Lớp tinh thể dày thêm
Khi nước thấm đi nơi khác hoặc bay hơi mà không được thay thế, một lớp khoáng chất kết tinh cuối cùng được thêm vào, để lại những tinh thể khổng lồ gắn vào thành khoang đá.

250.000 NĂM TRƯỚC

NGÀY NAY

Dung dịch và dung môi

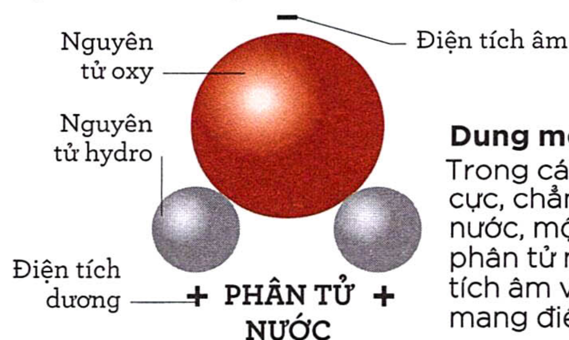
Muối hoặc đường trông như thể biến mất khi được cho vào nước. Nhưng vị của chúng vẫn còn đó – bằng chứng cho thấy rằng chúng hòa tan trong nước và lan đều trong dung dịch.

LIỆU BẠN CÓ THỂ PHÂN HỦY THI THỂ BẰNG ACID HAY KIỀM?

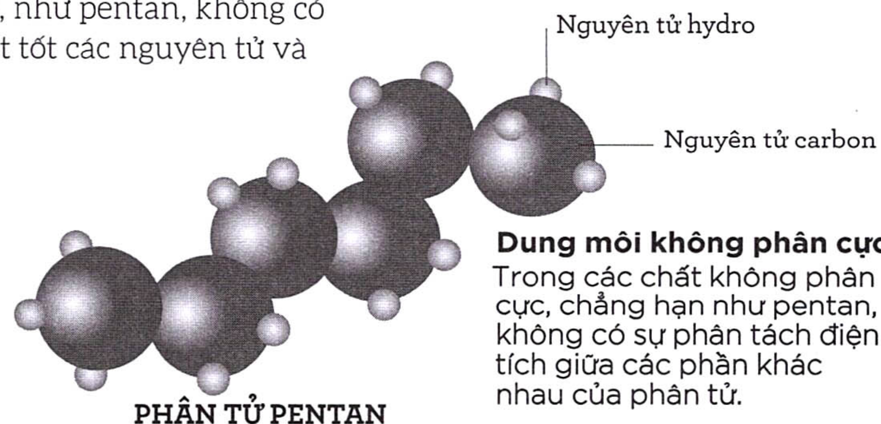
Thi thể được đặt trong acid hoặc kiềm cuối cùng sẽ hóa lỏng hoàn toàn, mặc dù quá trình này có thể mất vài ngày, tùy thuộc vào độ mạnh và nhiệt độ của acid hoặc kiềm.

Các loại dung môi

Khi một chất hòa tan trong chất khác, chất bị hòa tan được gọi là chất tan và chất hòa tan nó được gọi là dung môi. Có hai loại dung môi chính: phân cực và không phân cực. Các dung môi phân cực, chẳng hạn như nước, có sự khác biệt nhỏ về điện tích trên các phân tử, tương tác với các điện tích trái dấu của các chất tan phân cực. Các dung môi không phân cực, như pentan, không có các điện tích kiểu này. Chúng có khả năng hòa tan rất tốt các nguyên tử và phân tử không tích điện, như dầu và mỡ.



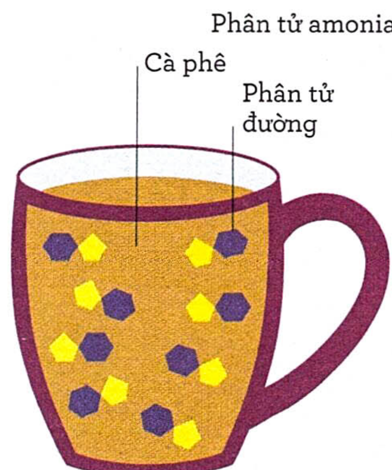
Dung môi phân cực
Trong các chất phân cực, chẳng hạn như nước, một bên của phân tử mang điện tích âm và bên còn lại mang điện tích dương.



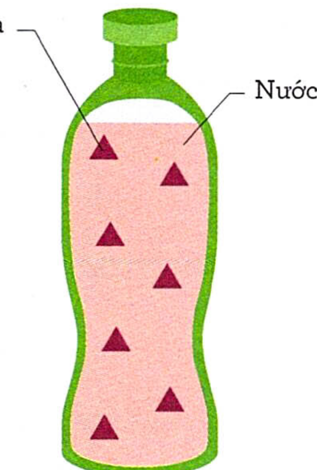
Dung môi không phân cực
Trong các chất không phân cực, chẳng hạn như pentan, không có sự phân tách điện tích giữa các phần khác nhau của phân tử.

Các loại dung dịch

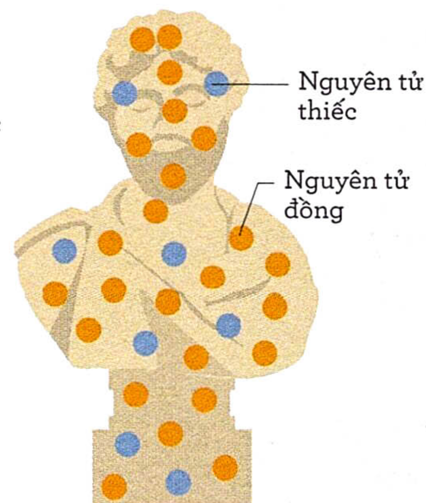
Khi một chất tan hòa tan trong dung môi để tạo thành dung dịch, hai chất hòa trộn với nhau hoàn hảo đến mức các hạt của chúng (nguyên tử, phân tử hoặc ion) hoàn toàn hòa quyện vào nhau. Tuy nhiên, các hạt không phản ứng với nhau nên chúng vẫn không thay đổi về mặt hóa học. Dung dịch chất rắn trong chất lỏng là loại dung dịch quen thuộc nhất, nhưng cũng có những loại khác, chẳng hạn như chất khí trong chất lỏng, và chất rắn trong chất rắn. Khi một chất tan hòa tan, dung dịch thu được sẽ có cùng trạng thái (lỏng, rắn hoặc khí) với dung môi.



Chất rắn trong chất lỏng
Cà phê ngọt là dung dịch của một chất rắn (đường) hòa tan trong một chất lỏng (cà phê, bao gồm chủ yếu là nước với các phân tử hương vị).



Chất khí trong chất lỏng
Amonia là một chất khí và dễ dàng hòa tan trong nước để tạo thành một dung dịch kiềm là thành phần của một số chất tẩy rửa gia dụng.



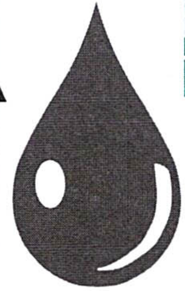
Chất rắn trong chất rắn
Đồng thanh là dung dịch của thiếc trong đồng. Đồng là dung môi, vì nó có tỷ trọng lớn hơn so với thiếc: khoảng 88% so với 12% thiếc.

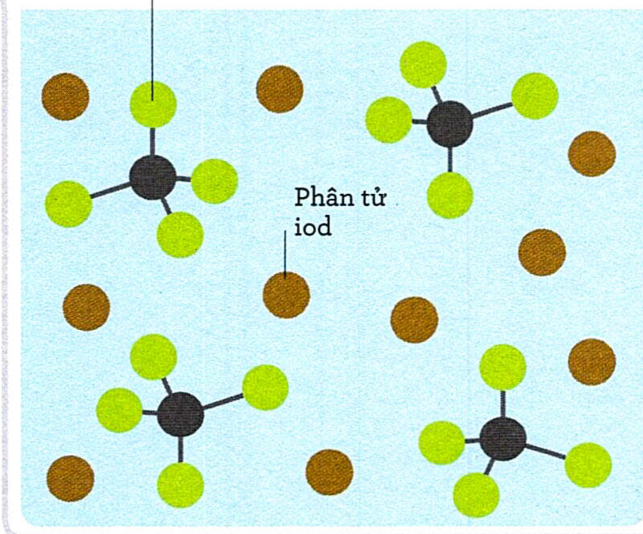


Những chất giống nhau thì hòa tan vào nhau

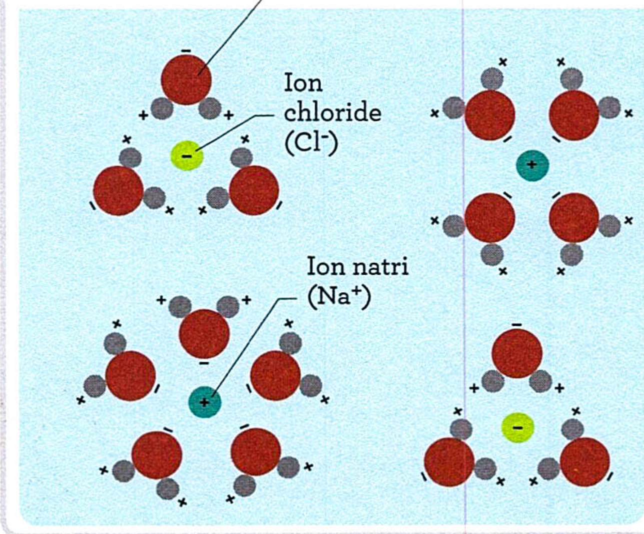
Dung môi phân cực hòa tan chất tan phân cực vì các điện tích trái dấu của chúng hút nhau tạo ra các liên kết yếu. Nước có tính phân cực, vì các nguyên tử oxy của nó tích điện âm nhẹ và các nguyên tử hydro của nó tích điện dương nhẹ. Các chất không phân cực không thể hòa tan trong các chất phân cực, đó là lý do tại sao dầu và nước chẳng thể trộn lẫn vào nhau. Chỉ các hạt không phân cực mới có thể kết hợp với nhau để tạo thành một dung dịch.

NƯỚC ĐƯỢC GỌI LÀ DUNG MÔI VẠN NĂNG, VÌ NÓ HÒA TAN ĐƯỢC NHIỀU CHẤT HƠN BẤT KỲ CHẤT LỎNG NÀO KHÁC





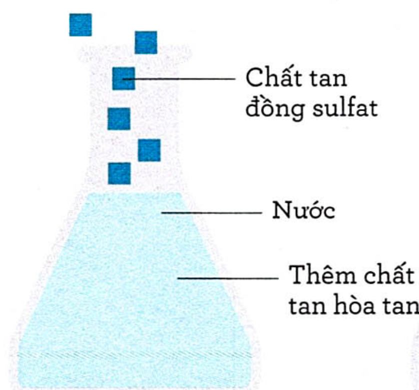
Chất tan không phân cực trong dung môi không phân cực
Các dung môi không phân cực, chẳng hạn như carbon tetrachloride, có thể hòa tan các chất tan không phân cực, chẳng hạn như iod, nhưng không thể hòa tan các chất tan phân cực.

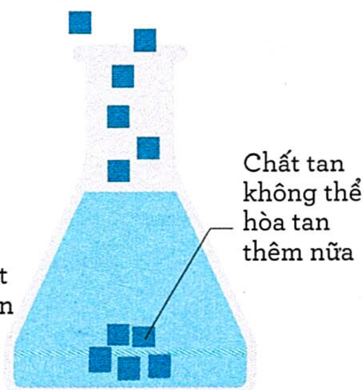


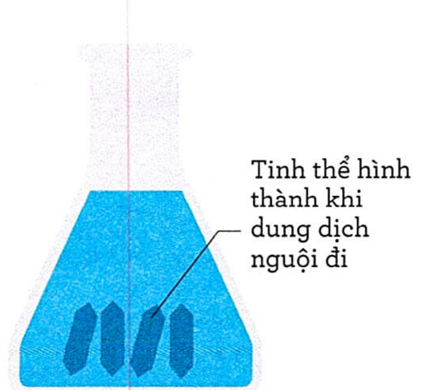
Chất tan phân cực trong dung môi phân cực
Các dung môi phân cực, chẳng hạn như nước, có thể hòa tan các chất có điện tích, chẳng hạn như muối ăn (natri chloride, NaCl) và đường.

Độ hòa tan

Độ hòa tan là mức độ mà một chất có thể được hòa tan. Nó thay đổi tùy thuộc vào nhiệt độ và, đối với chất khí, còn phụ thuộc áp suất. Ví dụ, đường sẽ hòa tan nhiều hơn trong nước nóng thay vì nước lạnh, và nếu áp suất của chất khí càng cao thì càng nhiều khí sẽ hòa tan trong chất lỏng. Lượng chất tan tối đa hòa tan trong một lượng dung môi nhất định ở nhiệt độ và áp suất cụ thể được gọi là điểm bão hòa của chất đó.







NỒNG ĐỘ TĂNG DẦN

Dung dịch chưa bão hòa
Trong dung dịch chưa bão hòa, thêm nhiều chất tan (ở đây là tinh thể đồng sulfat) sẽ hòa tan hoàn toàn trong dung môi.

Dung dịch bão hòa
Trong dung dịch bão hòa, lượng chất tan tối đa ở nhiệt độ cụ thể đó đã hòa tan trong dung dịch.

Dung dịch siêu bão hòa
Sẽ hòa tan được nhiều chất tan hơn nếu đem dung dịch đun nóng, sau đó cần làm lạnh nhanh để tạo ra dung dịch siêu bão hòa trước khi tinh thể kết tinh trở lại.

Chất xúc tác

Phản ứng hóa học diễn ra nhanh hơn ở nhiệt độ cao, khi các nguyên tử và phân tử va chạm ở tốc độ cao hơn. Một số hóa chất – được gọi là chất xúc tác – cũng có thể làm tăng tốc độ phản ứng. Chúng không bị biến đổi trong phản ứng, vì vậy chúng có thể được tái sử dụng.

Chất xúc tác hoạt động thế nào?

Các hạt cần phải có đủ năng lượng để phản ứng với nhau. Đối với một số phản ứng, năng lượng hoạt hóa này (xem trang 44) lớn đến mức các hạt liên quan sẽ tuyệt đối không phản ứng ở điều kiện thường. Chất xúc tác hoạt động bằng cách hạ thấp năng lượng hoạt hóa, tạo điều kiện cho phản ứng xảy ra. Thông thường, chỉ cần một lượng nhỏ chất xúc tác để thực hiện điều này.

Kích thích phản ứng

Các hạt phản ứng không những phải tương tác về mặt vật lý, mà còn phải kết hợp đúng cách thì phản ứng hóa học mới xảy ra. Sự hiện diện của các chất xúc tác giúp hiện thực hóa việc này, thường là bằng cách liên kết với các chất phản ứng ở giai đoạn trung gian. Chất xúc tác xuất hiện trở lại ở cuối phản ứng mà không bị biến đổi hóa học.

PHẢN ỨNG

Năng lượng hoạt hóa nếu không có chất xúc tác là rất cao

Năng lượng của chất phản ứng

CHẤT PHẢN ỨNG

Năng lượng hoạt hóa khi có chất xúc tác là thấp hơn

CHẤT PHẢN ỨNG

CHẤT XÚC TÁC

CHẤT PHẢN ỨNG VÀ CHẤT XÚC TÁC LIÊN KẾT VỚI NHAU

Năng lượng của sản phẩm

SẢN PHẨM

Chất xúc tác không thay đổi sau phản ứng, catalyst

CHẤT XÚC TÁC

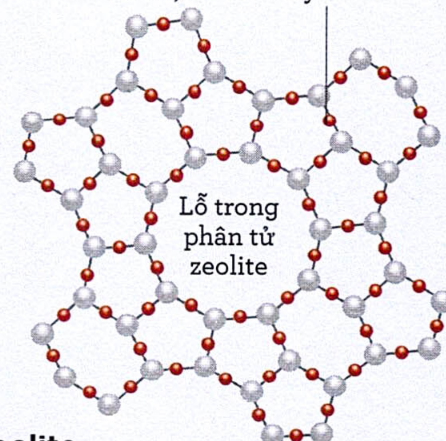
SẢN PHẨM

NĂNG LƯỢNG

THỜI GIAN

Chất xúc tác công nghiệp

Các loại chất xúc tác đa dạng thường được sử dụng để giúp các phản ứng hóa học công nghiệp hiệu quả hơn, nhiều trong số đó là kim loại hoặc oxide kim loại. Chẳng hạn, sắt giúp sản xuất amonia theo phương pháp Haber (xem trang 67). Hầu hết các chất xúc tác công nghiệp là chất rắn, có thể dễ dàng phân tách và tái sử dụng.



Zeolite

Zeolite là các phân tử lớn với cấu trúc lỗ, giống như lưới. Chúng có nhiều ứng dụng trong công nghiệp – ví dụ, trong việc tinh chế dầu thô thành các hóa dầu hữu ích hơn.

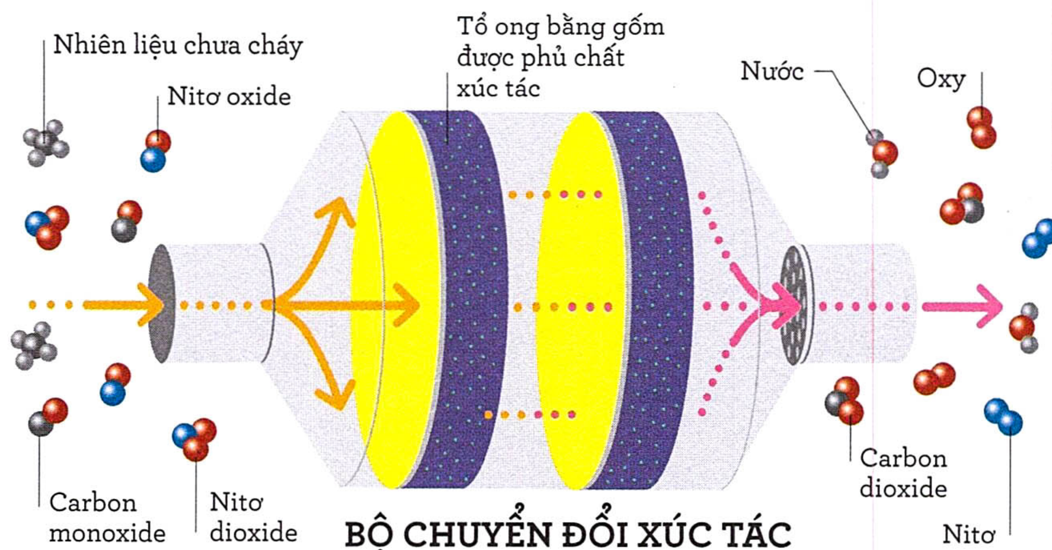


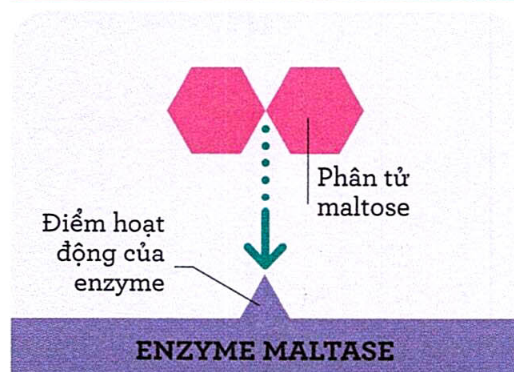
ENZYME CATALASE CÓ THỂ XÚC TÁC KHOẢNG 40 TRIỆU PHẢN ỨNG MỖI GIÂY



Bộ chuyển đổi xúc tác

Các bộ chuyển đổi xúc tác được gắn trong các xe hơi hiện đại có chứa "tổ ong" bằng gốm được phủ chất xúc tác bạch kim và rhodi. Cách sắp xếp này cung cấp diện tích bề mặt lớn để các chất xúc tác giúp xử lý khói thải, chuyển khí độc thành carbon dioxide, nước, oxy và nitơ ít gây hại hơn. Nhiệt từ động cơ xe hơi cũng giúp cho các chất xúc tác hoạt động ở tốc độ hiệu quả.

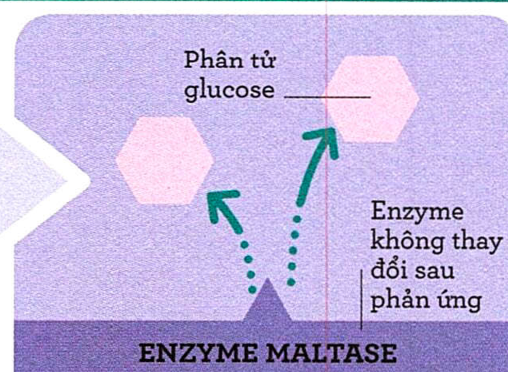




1 Maltose liên kết với enzyme Phân tử phản ứng – ở đây là đường maltose – liên kết tạm thời với điểm hoạt động (vị trí xúc tác) của enzyme maltase. Chỉ có maltose là khớp với maltase.



2 Liên kết maltose suy yếu Năng lượng hoạt hóa cần để phân tách maltose được hạ thấp khi nó liên kết với điểm hoạt động của enzyme. Điều này có nghĩa là liên kết phân tử maltose có thể dễ dàng bị maltase phá vỡ.



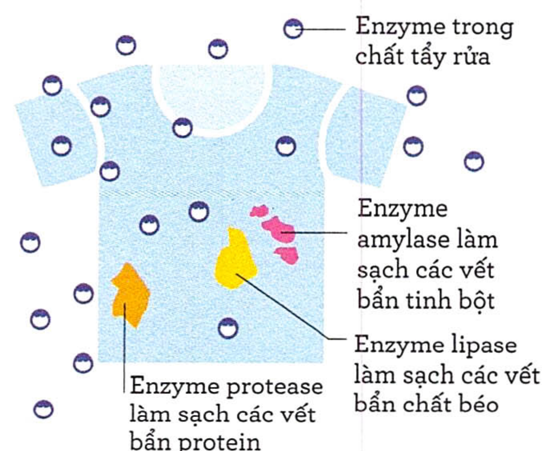
3 Tạo ra glucose Phản ứng hóa học tại điểm hoạt động sẽ sắp xếp lại các liên kết hóa học, tách maltose thành hai phân tử glucose. Enzyme khi đó cũng sẵn sàng cho hoạt động tiếp theo.

Chất xúc tác sinh học

Hầu hết các chất xúc tác vô cơ sử dụng trong công nghiệp có thể tham gia xúc tác cho một loạt các phản ứng, nhưng các chất xúc tác trong cơ thể sống thì có tính chuyên biệt cao hơn. Các phân tử protein tên gọi enzyme sẽ xúc tác cho từng phản ứng sinh học cụ thể, chẳng hạn như sao chép ADN hoặc tiêu hóa thức ăn. Mỗi enzyme có hình dạng riêng, khớp với loại chất phản ứng cụ thể. Cần đến hàng ngàn enzyme khác nhau để thúc đẩy quá trình trao đổi chất – tập hợp tất cả các phản ứng hóa học cần thiết để giữ cho một sinh vật sống.

CHẤT TẨY RỬA SINH HỌC

Giống như các chất xúc tác khác, enzyme có những ứng dụng hữu ích. Chúng được sử dụng trong bất cứ trường hợp nào cần phản ứng sinh học, chẳng hạn như khi làm sạch vết bẩn trên quần áo. Chất tẩy rửa sinh học chứa các enzyme tiêu hóa chất béo trong dầu mỡ hoặc protein trong máu. Và bởi vì các enzyme hoạt động ở nhiệt độ cơ thể – và thậm chí có thể bị phá hủy nếu quá nóng – chúng dễ dàng hoạt động trong nước có nhiệt độ thấp hơn, giúp tiết kiệm năng lượng và ít gây tổn hại cho các loại vải mỏng manh.



Chế tạo hóa chất

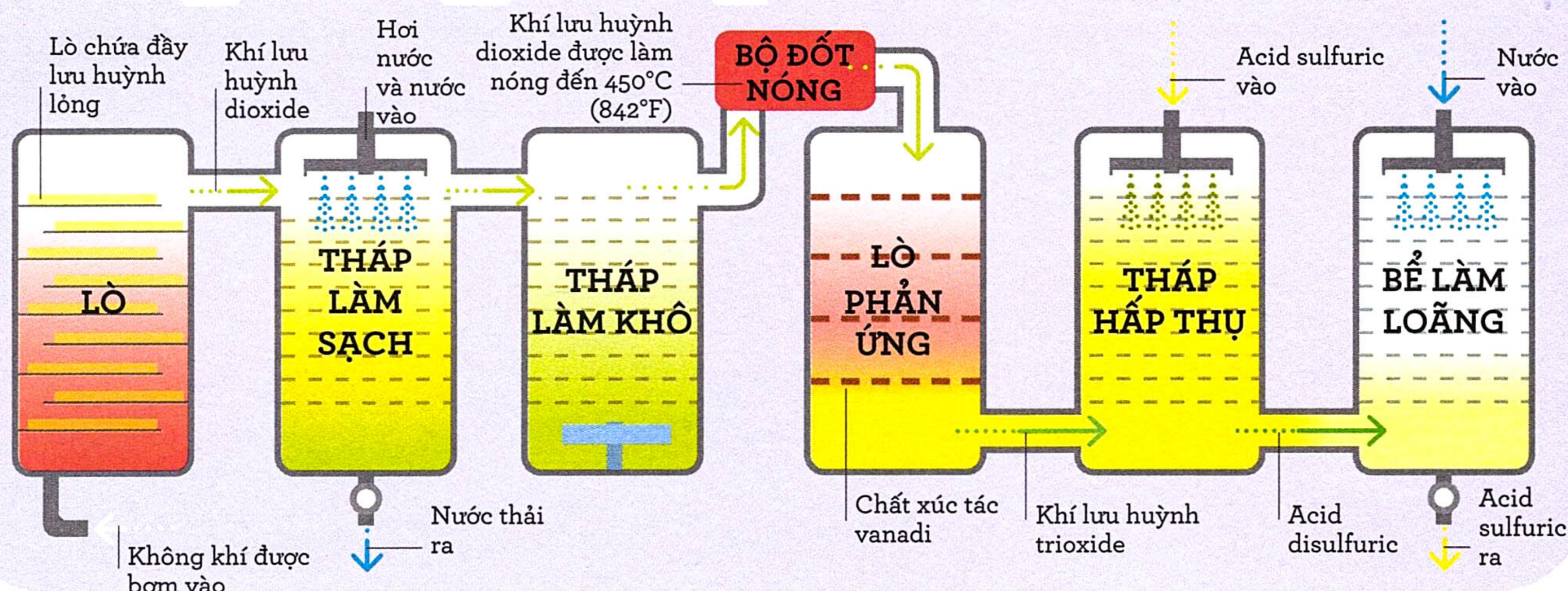
Hằng ngày, chúng ta luôn sử dụng các sản phẩm nhân tạo, từ nhựa và nhiên liệu đến thuốc men. Việc sản xuất nhiều sản phẩm trong số này đòi hỏi phải có các hóa chất cơ bản, chẳng hạn như acid sulfuric, amonia, nitơ, chlor và natri.

Acid sulfuric

Acid sulfuric là một trong những hóa chất thô được sử dụng phổ biến nhất – nó được sử dụng trong chất tẩy rửa cống rãnh và trong các viên pin, đồng thời còn dùng trong sản xuất giấy, phân bón hay lon thiếc. Các phương pháp khác nhau có thể được sử dụng để sản xuất acid sulfuric, nhưng nổi tiếng nhất là quy trình tiếp xúc.

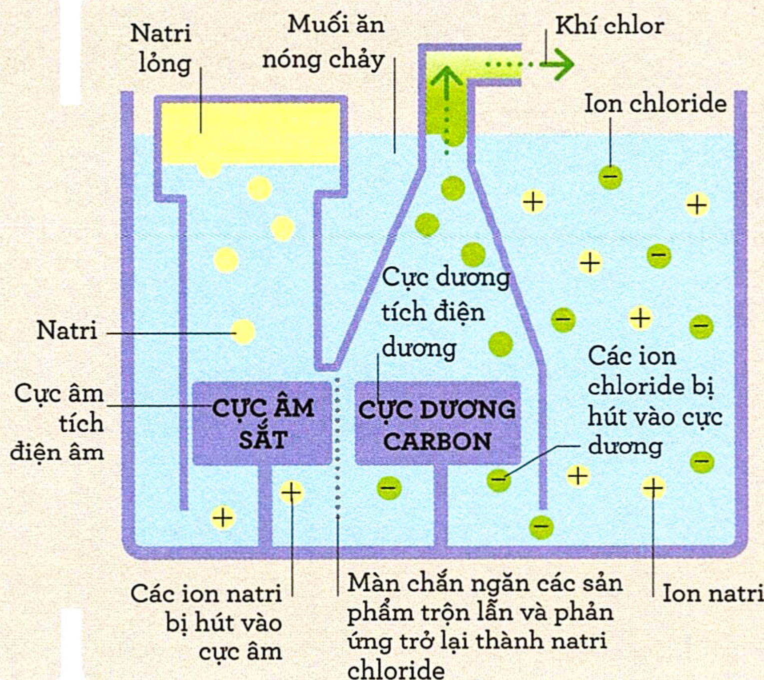
Quy trình tiếp xúc

Lưu huỳnh lỏng phản ứng với không khí tạo thành sản phẩm khí lưu huỳnh dioxide. Khí này được làm sạch, làm khô rồi chuyển hóa thành khí lưu huỳnh trioxide nhờ chất xúc tác vanadi. Acid sulfuric được thêm vào khí để tạo ra acid disulfuric, sau đó tiếp tục pha loãng với nước để tạo ra acid sulfuric.



Chlor và natri

Chlor và natri được tách ra từ muối ăn thông thường (natri chloride), sử dụng một quy trình gọi là điện phân, được thực hiện ở quy mô công nghiệp trong một bể chứa được gọi là bể Downs. Bể chứa natri chloride nóng chảy, cùng với hai điện cực từ sắt và carbon. Khi dòng điện được truyền qua các điện cực, các ion natri và chloride sẽ di chuyển đến các điện cực trái dấu, rồi kết hợp thành các nguyên tử của các nguyên tố của chúng, sau đó các nguyên tử sẽ được thu thập.



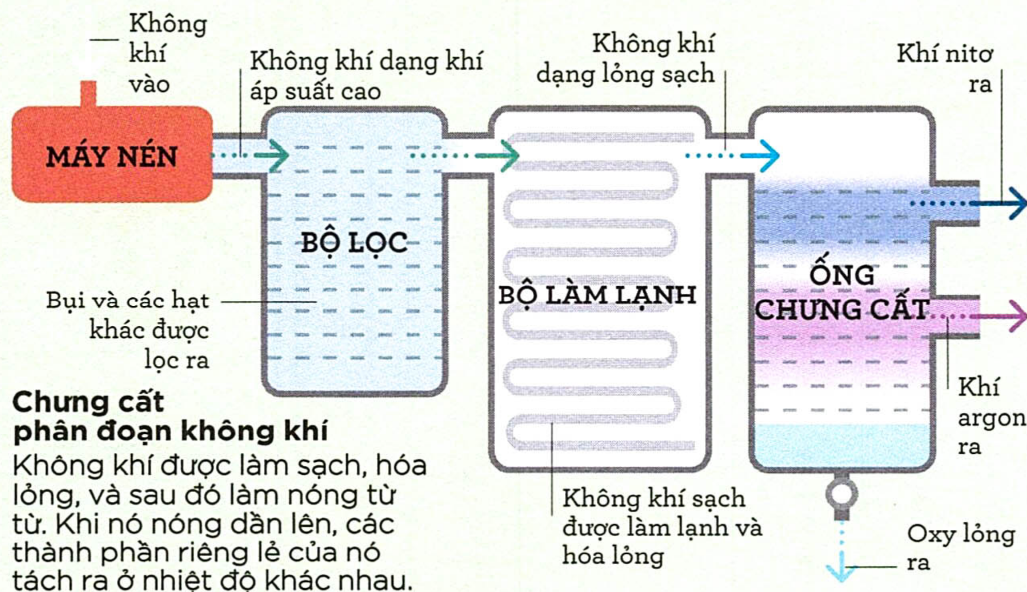
Bể chứa Downs

Các ion natri tích điện dương di chuyển đến cực âm, nơi chúng thu được một electron để tạo thành kim loại natri. Kim loại này nổi lên bề mặt của natri chloride nóng chảy. Trong khi đó, các ion chloride tích điện âm di chuyển đến cực dương, ở đó chúng mất đi một electron để tạo thành chlor, sủi lên trong dạng bọt khí.



Nitơ

Không khí chứa khoảng 78% nitơ và là nguồn chính để sản xuất khí nitơ tinh khiết. Nitơ được chiết xuất từ không khí bằng cách chưng cất phân đoạn. Không khí được làm mát thành chất lỏng, sau đó được làm ấm dần lên. Trong quá trình đó, các thành phần khác nhau của không khí quay trở lại thành chất khí ở các nhiệt độ khác nhau, tương ứng với độ cao khác nhau của ống chưng cất. Riêng oxy vẫn là một chất lỏng ở phía dưới.



Chưng cất phân đoạn không khí
Không khí được làm sạch, hóa lỏng, và sau đó làm nóng từ từ. Khi nó nóng dần lên, các thành phần riêng lẻ của nó tách ra ở nhiệt độ khác nhau.

CÁC SẢN PHẨM TỪ DẦU

Chưng cất phân đoạn dầu thô tạo ra nhiều loại sản phẩm hữu ích. Một số có thể đem sử dụng ngay lập tức sau khi chưng cất – chẳng hạn như khí tự nhiên, nhiên liệu như xăng và dầu diesel, dầu bôi trơn và bitumen làm nhựa đường. Những sản phẩm khác được chế biến thêm để tạo thành các sản phẩm như nhựa và dung môi.


KHÍ TỰ NHIÊN


NHIÊN LIỆU CHO VẬN TẢI

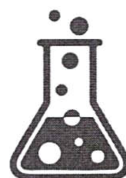

BITUMEN


DUNG MÔI


NHỰA


DẦU BÔI TRƠN

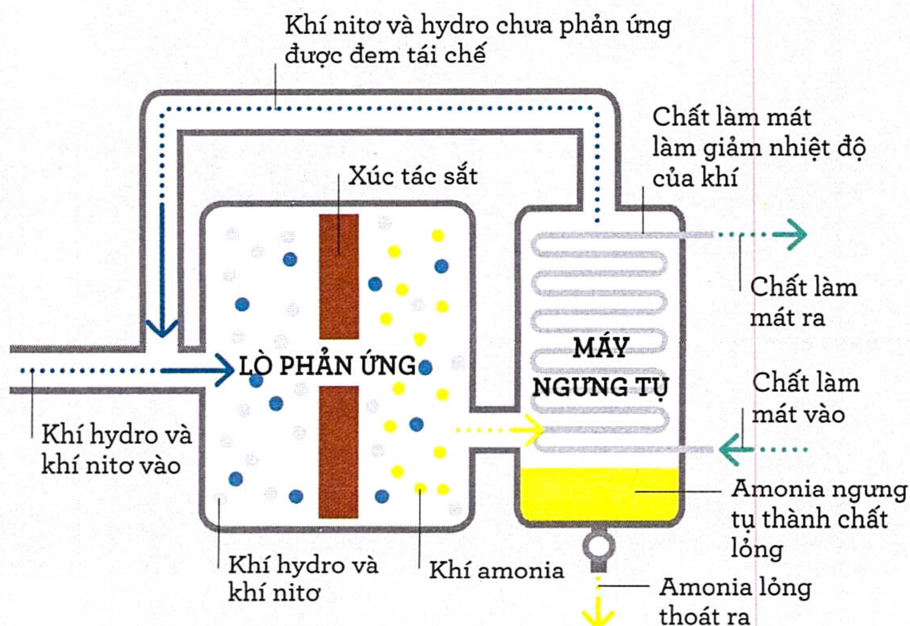
HƠN 230 TRIỆU TẤN ACID SULFURIC ĐƯỢC SẢN XUẤT HẰNG NĂM TRÊN TOÀN THẾ GIỚI



Amonia

Phương pháp Haber giúp tạo ra amonia từ khí nitơ và khí hydro. Amonia đóng vai trò quan trọng trong sản xuất phân bón, thuốc nhuộm và chất nổ, đồng thời cũng được sử dụng trong chất tẩy rửa làm sạch. Khí nitơ thường trơ và không có phản ứng, vì vậy phương pháp Haber sử dụng sắt làm chất xúc tác, cùng với nhiệt độ và áp suất cao trong lò phản ứng để cải thiện tốc độ phản ứng và tạo ra lượng amonia cao nhất.

Phương pháp Haber
Khí hydro và khí nitơ được trộn lẫn và thổi qua xúc tác sắt, kích thích chúng phản ứng với nhau và tạo thành amonia. Làm mát hỗn hợp cho phép thu về amonia lỏng. Nitơ và hydro chưa phản ứng sẽ được tái chế.



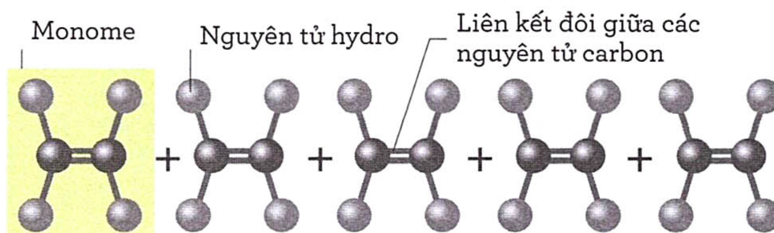
Nhựa

Nhựa rất bền, nhẹ và rẻ. Chúng đã thay đổi cuộc sống hiện đại. Nhưng, bởi vì hầu hết các loại nhựa được chế tạo từ nhiên liệu hóa thạch và không thể phân hủy sinh học, việc sử dụng nhựa ngày càng tăng của con người đang kéo theo nhiều vấn đề về môi trường.

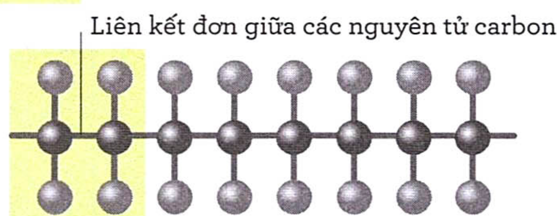
Monome và polyme

Nhựa là một loại polyme tổng hợp – một chuỗi dài các phân tử được tạo thành từ các đơn vị lặp đi lặp lại gọi là monome. Chuỗi polyme có thể dài đến hàng trăm phân tử. Nhựa làm từ các monome khác nhau có tính chất và công dụng khác nhau. Ví dụ, nylon trở thành sợi cứng dùng trong bàn chải đánh răng, trong khi polyethylen thường được sử dụng để làm các túi nhựa nhẹ.

Monome
Các monome của nhiều loại nhựa có liên kết đôi carbon-carbon (xem trang 41).

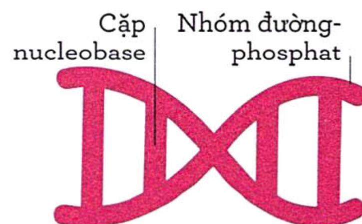


Polyme
Để tạo thành một polyme, liên kết đôi bị phá vỡ, để mỗi monome có thể liên kết với phân tử lân cận của nó, tạo ra một chuỗi dài.



POLYME TỰ NHIÊN

Các polyme cũng tồn tại trong tự nhiên – đường, cao su và ADN là các ví dụ tiêu biểu. ADN hình thành từ các monome được gọi là nucleotide, trong đó chứa một nhóm đường và một nhóm phosphat (tạo thành xương sống của nó) và một gốc nucleobase (base nitơ) cung cấp mã để tạo ra protein.

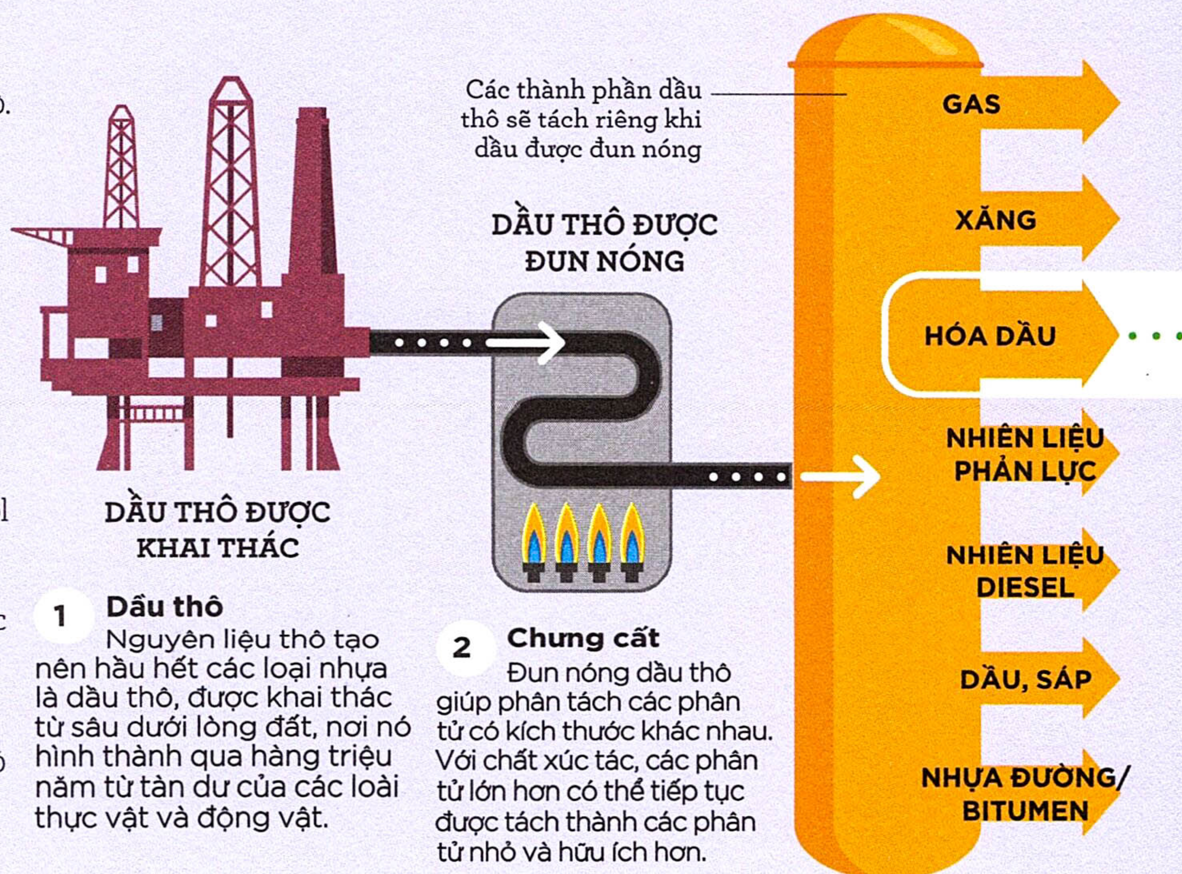




TỔNG LƯỢNG NHỰA THẢI RA MỖI NĂM ĐỦ BAO QUANH TRÁI ĐẤT BỐN LẦN

Sản xuất nhựa

Hầu hết nhựa được làm từ chế phẩm hóa dầu chưng cất từ dầu thô. Thêm một chất xúc tác trong điều kiện nhiệt độ và áp suất có kiểm soát sẽ kích thích các monome kết hợp thành chuỗi. Đồng thời, các hóa chất khác có thể được thêm vào để điều chỉnh các thuộc tính của nhựa. Một khi đã hình thành, nhựa có thể được định hình thành các sản phẩm khác nhau. Nhựa sinh học, sản xuất từ các nguồn tái tạo, chẳng hạn như gỗ hoặc ethanol sinh học, cũng tồn tại nhưng chỉ là một thiểu số trong số các loại nhựa được sản xuất ngày nay. Nhựa được phân loại thành nhựa nhiệt rắn và nhựa nhiệt dẻo. Nhựa nhiệt rắn chỉ có thể được tạo hình một lần duy nhất, nhưng nhựa nhiệt dẻo có thể được nấu chảy và định hình lại nhiều lần.



1 Dầu thô
Nguyên liệu thô tạo nên hầu hết các loại nhựa là dầu thô, được khai thác từ sâu dưới lòng đất, nơi nó hình thành qua hàng triệu năm từ tàn dư của các loài thực vật và động vật.

2 Chưng cất
Đun nóng dầu thô giúp phân tách các phân tử có kích thước khác nhau. Với chất xúc tác, các phân tử lớn hơn có thể tiếp tục được tách thành các phân tử nhỏ và hữu ích hơn.



Tái chế

Một số loại nhựa có thể được tái chế dễ dàng, bằng cách cắt nhỏ, nung chảy, và sau đó đem tái tạo. Nhưng các loại nhựa khác lại cần đến phương pháp tái chế khác. Một trong số đó là biến nhựa thành nhiên liệu lỏng, hoặc đốt chúng để trực tiếp tạo ra năng lượng. Một ý tưởng khác là tạo ra các loại nhựa mà vi khuẩn có thể tiêu hóa, nhưng những ý tưởng này hiện chưa thể được thực hiện trên quy mô lớn.

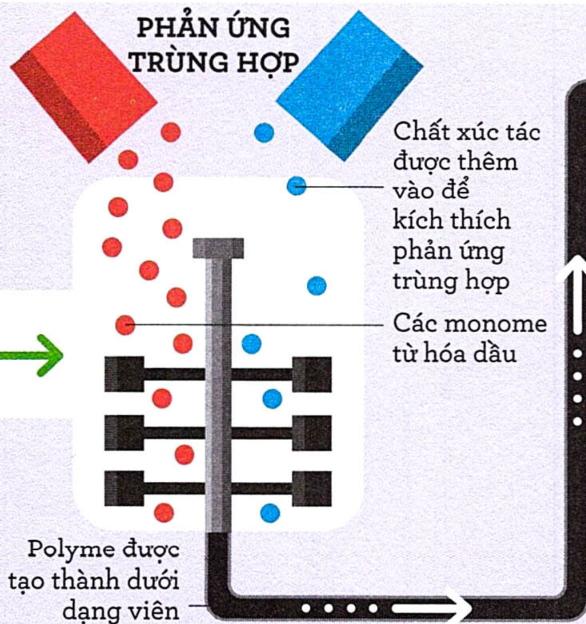




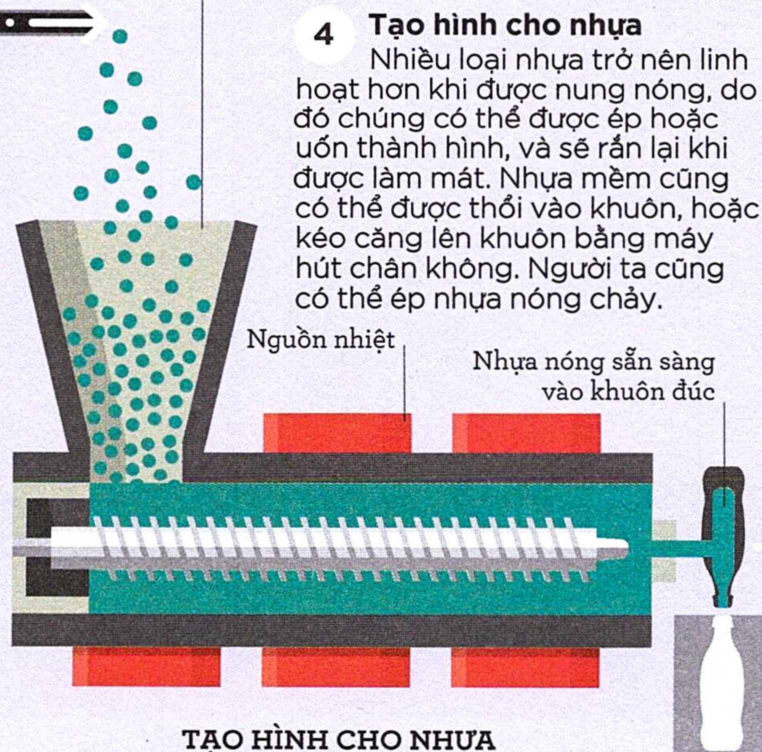
Chất thải
Hầu hết rác thải nhựa sẽ tồn tại hàng nghìn năm trong bãi chôn lấp rác, phân hủy hóa chất độc hại vào đất. Một số trôi ra biển, trở thành hạt vi nhựa, vốn vô cùng có hại cho động vật hoang dã.

LỢI ÍCH VÀ TÁC HẠI CỦA NHỰA

Lợi ích	Tác hại
Sản xuất nhựa rất rẻ, lại không phụ thuộc vào cây trồng hoặc vật nuôi hay các tài nguyên thiết yếu cho việc nuôi trồng.	Nhựa chủ yếu được làm từ các tài nguyên không tái tạo, và chỉ việc khai thác các tài nguyên này cũng đã gây hại cho môi trường.
Nhựa nhẹ nhưng dẻo dai, vì vậy một lượng nhỏ vật liệu có thể tạo ra nhiều sản phẩm hữu ích.	Nhựa có thể phân hủy thành những mảnh nhỏ, trôi vào hệ thống cấp nước và ảnh hưởng đến các loài động vật hoang dã cũng như thức ăn của chúng ta.
Nhựa có thể được điều chỉnh để có một loạt các tính chất – độ cứng, độ linh hoạt, độ dẻo dai và nhiều tính chất khác đều có thể được kiểm soát.	Nhựa có thể trở nên mỏng giòn và dễ vỡ sau khi sử dụng nhiều lần. Tia UV từ Mặt Trời cũng có thể làm cho đồ nhựa giòn hơn.
Sợi tổng hợp có thể được chế tạo để có tính co dãn và có khả năng chống nhăn, chống nước và chống vết bẩn hơn so với sợi tự nhiên.	Quần áo tổng hợp không cho phép mồ hôi bay hơi, vì vậy người mặc có thể không thoải mái trong thời tiết nóng. Tĩnh điện cũng có thể xảy ra.
Một số loại nhựa có thể được tái chế, làm cho chúng thân thiện với môi trường hơn so với các loại nhựa không thể tái chế.	Nhựa không phân hủy sinh học đã góp phần gây ô nhiễm toàn cầu, trên biển và trên đất liền. Chúng cũng đang lấp đầy các bãi chôn lấp rác.



3 Phản ứng trùng hợp
Thêm chất xúc tác đồng thời kiểm soát nhiệt độ và áp suất sẽ kích thích phản ứng ở các monome để trở thành polyme. Trong một số trường hợp, các phân tử nhỏ như nước cũng xuất hiện như là sản phẩm phụ.



4 Tạo hình cho nhựa
Nhiều loại nhựa trở nên linh hoạt hơn khi được nung nóng, do đó chúng có thể được ép hoặc uốn thành hình, và sẽ rắn lại khi được làm mát. Nhựa mềm cũng có thể được thổi vào khuôn, hoặc kéo căng lên khuôn bằng máy hút chân không. Người ta cũng có thể ép nhựa nóng chảy.

5 Thành phẩm
Nhựa được sản xuất thành mọi thứ, từ chai lọ đến điều khiển tivi, và sợi vải cho quần áo. Mỗi sản phẩm đòi hỏi các tính chất khác nhau, vì vậy các loại nhựa được sử dụng và phương thức sản xuất cũng khác nhau.

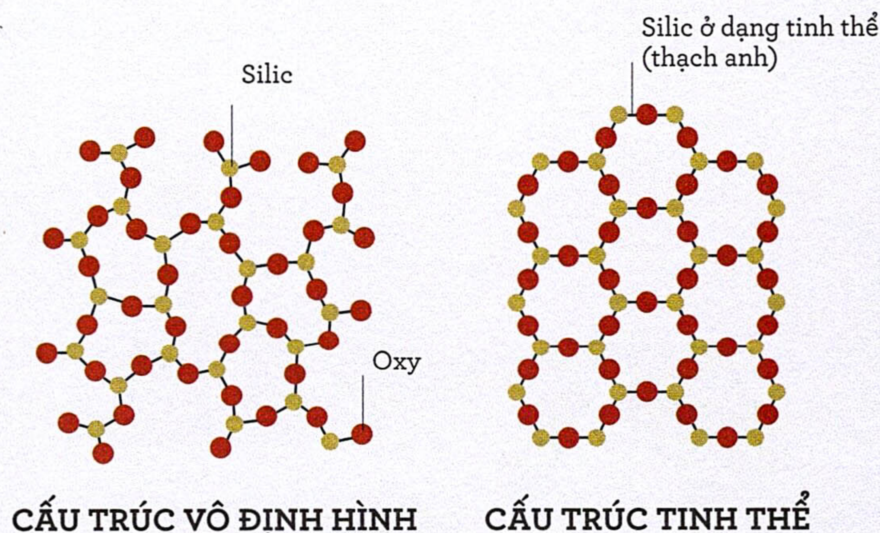


Thủy tinh và gốm sứ

Cứng, chống ăn mòn và thường trong suốt, thứ thủy tinh mà chúng ta đều biết chủ yếu có thành phần là cát, hoặc silic dioxide. Thủy tinh còn thuộc về một nhóm vật liệu lớn hơn là gốm.

Cấu trúc của thủy tinh

Thủy tinh có cấu trúc vô định hình, có nghĩa là chỉ có rất ít hoặc thậm chí không có trật tự nào trong việc sắp xếp các phân tử (hoặc nguyên tử) của chúng. Ở cấp độ nguyên tử, chúng trông giống như những chất lỏng bất động (xem trang 16-17). Tuy nhiên, thủy tinh là chất rắn. Chúng thường được chế tạo bằng cách nung chảy một chất và sau đó làm nguội thật nhanh, đến mức các nguyên tử (hoặc phân tử) không kịp sắp xếp theo cấu trúc thông thường của chúng, cho dù đó là tinh thể hay kim loại. Thay vào đó, chúng bị mắc kẹt tại chỗ, hỗn độn như khi ở thể lỏng.



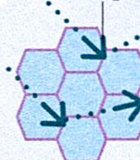
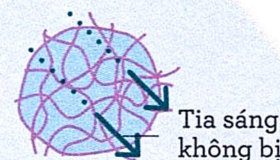
Phân loại thủy tinh

Chúng ta đều biết thủy tinh là loại vật liệu trong suốt, dễ vỡ dùng để làm kính cửa. Loại này chủ yếu là silic dioxide. Nhưng thủy tinh có thể được chế tạo từ một loạt các vật liệu – kim loại có thể trở thành thủy tinh, và một số dạng polyme, hoặc nhựa, cũng được coi là thủy tinh về mặt kỹ thuật. Các hóa chất khác được thêm vào thủy tinh silicat để thay đổi tính chất của chúng. Các hóa chất này có thể ảnh hưởng đến màu sắc hoặc độ trong của sản phẩm, giúp nó có khả năng chịu nhiệt tốt hơn, chẳng hạn thủy tinh borosilicat như Pyrex, hoặc giúp chống trầy xước, như Gorilla Glass (dùng trong nhiều màn hình điện thoại thông minh).

Tính chất của thủy tinh

Độ cứng của thủy tinh, khả năng chống ăn mòn và độ phản ứng thấp khiến cho nó phù hợp với nhiều sản phẩm, nhưng đặc tính hữu ích nhất của nó có lẽ là tính trong suốt, cho phép sử dụng rộng rãi để làm cửa sổ trong các tòa nhà và trên xe hơi.

TRONG SUỐT

Thủy tinh có tính trong suốt vì năng lượng của ánh sáng khả kiến không phù hợp với mức năng lượng có thể có của các electron trong thủy tinh, vậy nên photon không được hấp thụ. Cũng không có ranh giới tinh thể nào trong thủy tinh để tán xạ ánh sáng.

GIÒN

Vỡ mà không biến dạng

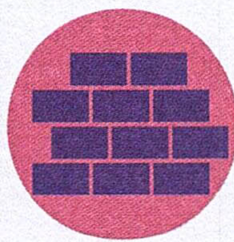
Thủy tinh rất giòn, dễ vỡ vì các phân tử của chúng bị khóa tại chỗ và không thể trượt qua nhau. Bất kỳ phần rạn vỡ nào trên bề mặt của thủy tinh cũng sẽ nhanh chóng lan ra khắp vật liệu, khiến vết nứt lan rộng.



Các loại gốm sứ khác

Thủy tinh là một tập con của loại vật liệu gọi là gốm sứ. Theo truyền thống, thuật ngữ "gốm sứ" mô tả các sản phẩm làm từ đất sét, nhưng định nghĩa khoa học của nó lại bao hàm bất kỳ chất rắn phi kim loại nào có thể được tạo hình dạng và sau đó được làm cứng bằng phương pháp nung nóng. Gốm sứ có thể có cấu trúc tinh thể hoặc vô định hình; nó cũng có thể được tạo ra từ gần như bất kỳ nguyên tố nào. Giống như thủy tinh, chúng thường cứng nhưng giòn và có điểm nóng chảy cao. Điều này khiến gốm sứ trở nên lý tưởng để cách nhiệt và điện, chẳng hạn như titan carbide gốm, dùng trên lá chắn nhiệt tàu vũ trụ.


KHÓ TRẦY XƯỚC


ĐỘ NÉN CAO


KHÔNG PHẢN ỨNG

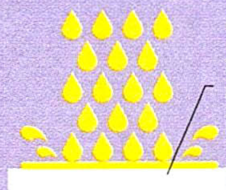

CÁCH ĐIỆN

THỦY TINH THỰC SỰ CÓ THỂ CHẢY?

Mô tả thủy tinh như một chất lỏng chảy chậm là sai. Các cửa sổ thủy tinh rất cũ thường có phần dưới dày hơn, bởi vì các tấm thủy tinh không đều được sắp đặt theo cách đó ngay từ đầu để đảm bảo tính ổn định.

CHỐNG NƯỚC

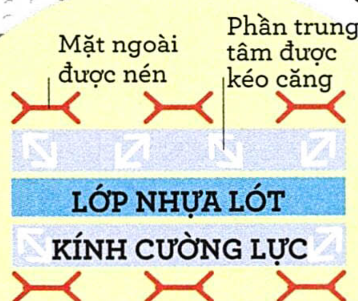
Thủy tinh thông thường có lực hút với nước, vì vậy nước tạo thành một màng trên bề mặt. Các lớp phủ chống thấm nước giúp cho hạt nước nẩy lên và chảy ra khỏi kính, cải thiện tầm nhìn, đồng thời làm sạch kính trong quá trình này.





THỦY TINH ĐƯỢC SẢN XUẤT LẦN ĐẦU TIÊN TẠI AI CẬP KHOẢNG 5.000 NĂM TRƯỚC

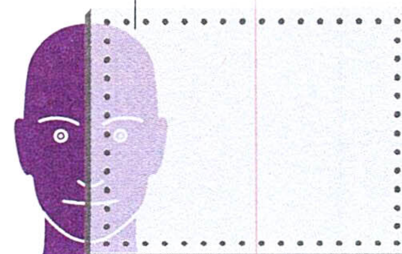
KÍNH CƯỜNG LỰC



Kính cường lực có mặt ngoài được nén lại và phần bên trong được kéo căng, để giúp nó có độ bền cao hơn. Nếu kính cường lực bị vỡ, lớp nhựa lót trong sẽ giữ các mảnh thủy tinh với nhau.

NHÔM TRONG SUỐT

Thường được gọi là nhôm trong suốt, nhôm oxynitride là một loại gốm siêu cứng, trong suốt. Hỗn hợp bột được nén lại và làm nóng đến 2.000°C, sau đó được làm lạnh để các phân tử của nó vẫn ở dạng vô định hình. Loại nhôm này có thể chịu được nhiều tác động từ đạn xuyên giáp, nhưng đồng thời vẫn trong suốt. Mức giá đắt đỏ hiện tại đồng nghĩa với việc nó chỉ được sử dụng cho các ứng dụng quân sự chuyên dụng, nhưng nhôm trong suốt có tiềm năng được ứng dụng rộng rãi hơn trong tương lai.



Sức mạnh và độ trong của loại gốm này giúp nó trở thành vật liệu lý tưởng cho kính chống đạn trên xe bọc thép

Vật liệu kỳ diệu

Từ siêu mạnh đến siêu nhẹ, một số vật liệu mà chúng ta đang sử dụng sở hữu những đặc tính đáng kinh ngạc. Nhiều trong số này là sản phẩm nhân tạo, nhưng cũng có những vật liệu tự nhiên. Một số vật liệu tổng hợp đã được lấy cảm hứng từ thiên nhiên, một quá trình gọi là phỏng sinh học.

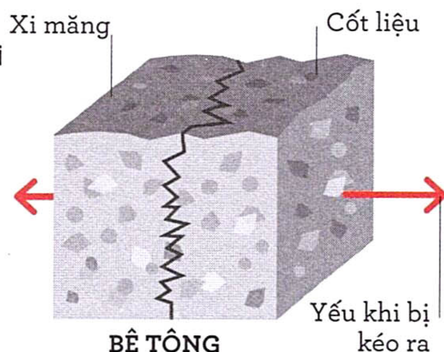
CÓ PHẢI TẤT CẢ CÁC COMPOSITE ĐỀU LÀ NHÂN TẠO?

Không; gỗ và xương là hai ví dụ về composite trong tự nhiên. Xương được cấu tạo từ hydroxyapatite cứng nhưng giòn, kết hợp với collagen mềm và dẻo.

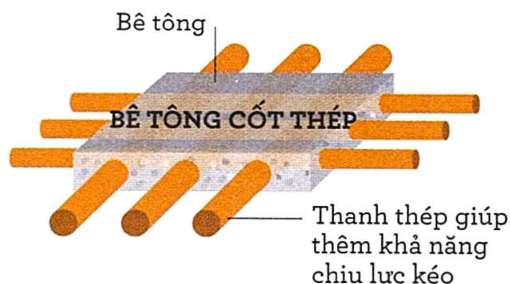
Composite

Đôi khi, chỉ một vật liệu đơn nhất thì không tài nào đạt được thuộc tính mong muốn của một sản phẩm nhất định. Để giải quyết vấn đề này, hai hoặc nhiều vật liệu có thể được kết hợp để thành phẩm mang các đặc tính tốt nhất của từng loại. Những vật liệu này được gọi là composite (vật liệu tổng hợp). Bê tông là loại composite phổ biến nhất trong thời hiện đại, nhưng phên trát đất, tạo nên từ rơm hoặc cành cây trộn bùn, được dùng để dựng tường từ cách đây 6.000 năm, có thể xem như một ví dụ về composite ở giai đoạn đầu. Vật liệu và kỹ thuật mới đang được sử dụng để tạo ra các composite tiên tiến hơn.

Sức mạnh tương đối
Bê tông là một hỗn hợp của cốt liệu đá trong một ma trận xi măng. Mạnh dưới lực nén, nhưng yếu dưới lực kéo, để xây nhà thì không thể chỉ sử dụng riêng bê tông.



Tăng thêm khả năng chịu lực kéo
Trong xây dựng, bê tông được gia cố thêm bằng các thanh thép, có khả năng chịu lực kéo rất mạnh. Cùng nhau, chúng kết hợp để tạo ra bê tông cốt thép – một trong những vật liệu linh hoạt nhất của thế giới hiện đại.



Composite tiên tiến
Composite công nghệ cao bao gồm các polyme được gia cố, chẳng hạn như sợi carbon và sợi thủy tinh, trong đó sợi carbon hoặc thủy tinh được dệt và kẹp giữa các lớp polyme khác, hoặc trộn cùng keo resin trong khi nó vẫn ở dạng lỏng. Cả hai loại sợi này đều rất mạnh, lại cực nhẹ, nhưng cũng có giá khá cao.

Lớp resin, hoặc epoxy, phủ ngoài, vốn sẽ cứng lại dưới áp suất hoặc nhiệt

Lớp sợi mạnh đầu tiên, chẳng hạn như carbon hoặc thủy tinh

Lớp sợi thứ hai chạy theo hướng khác với lớp thứ nhất, nhằm gia tăng độ mạnh tổng thể

Lõi nhựa để cách nhiệt và hấp thụ sốc

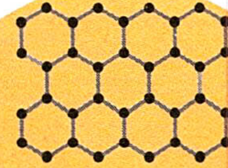




Lụa tơ nhện
Sản xuất tơ nhện ở quy mô lớn có thể mở đường cho các vật liệu chống đạn mới. Loại vật liệu này mạnh như thép, nhưng nhẹ hơn rất nhiều, lại còn có thể co dãn để chống lại đứt vỡ.



Aerogel
Thay thế chất lỏng trong gel bằng chất khí sẽ tạo ra một chất rắn siêu nhẹ. Với hơn 98% khối lượng là không khí, aerogel là chất cách điện cách nhiệt cực tốt.



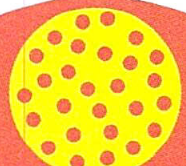
Graphene
Được làm từ các lớp than chì với độ dày một nguyên tử, graphene bền hơn cả thép, đồng thời là một chất dẫn điện tốt, trong suốt, linh hoạt và cực kỳ nhẹ.

Các tính chất tuyệt vời

Một số vật liệu, dù tự nhiên hay nhân tạo, sở hữu các đặc tính đáng kinh ngạc. Từ Kevlar linh hoạt với khả năng chống đạn, đến nhựa tự liền, những vật liệu này cung cấp lựa chọn thay thế nhằm giúp cuộc sống của chúng ta trở nên an toàn và dễ dàng hơn. Ví dụ, xương mới có thể phát triển qua việc cấy ghép bọt kim loại vào cơ thể, và kính siêu chống thấm có thể giúp ta không phải tốn công làm sạch cửa sổ của các tòa nhà cao tầng, vốn là công việc rất nguy hiểm.



Nhựa tự liền
Nhựa tự liền chứa các viên nang có thể vỡ ra khi chúng bị hư hỏng, cho phép các chất lỏng bên trong phản ứng và hóa rắn để lấp đầy mọi lỗ hổng do hư hại.



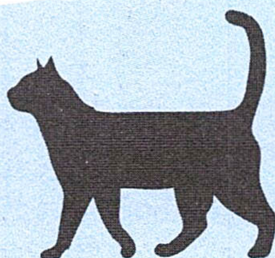
Bọt kim loại
Thêm bọt khí vào kim loại đang nóng chảy có thể tạo ra bọt. Loại vật liệu này có trọng lượng nhẹ, trong khi vẫn giữ được nhiều tính chất của kim loại.



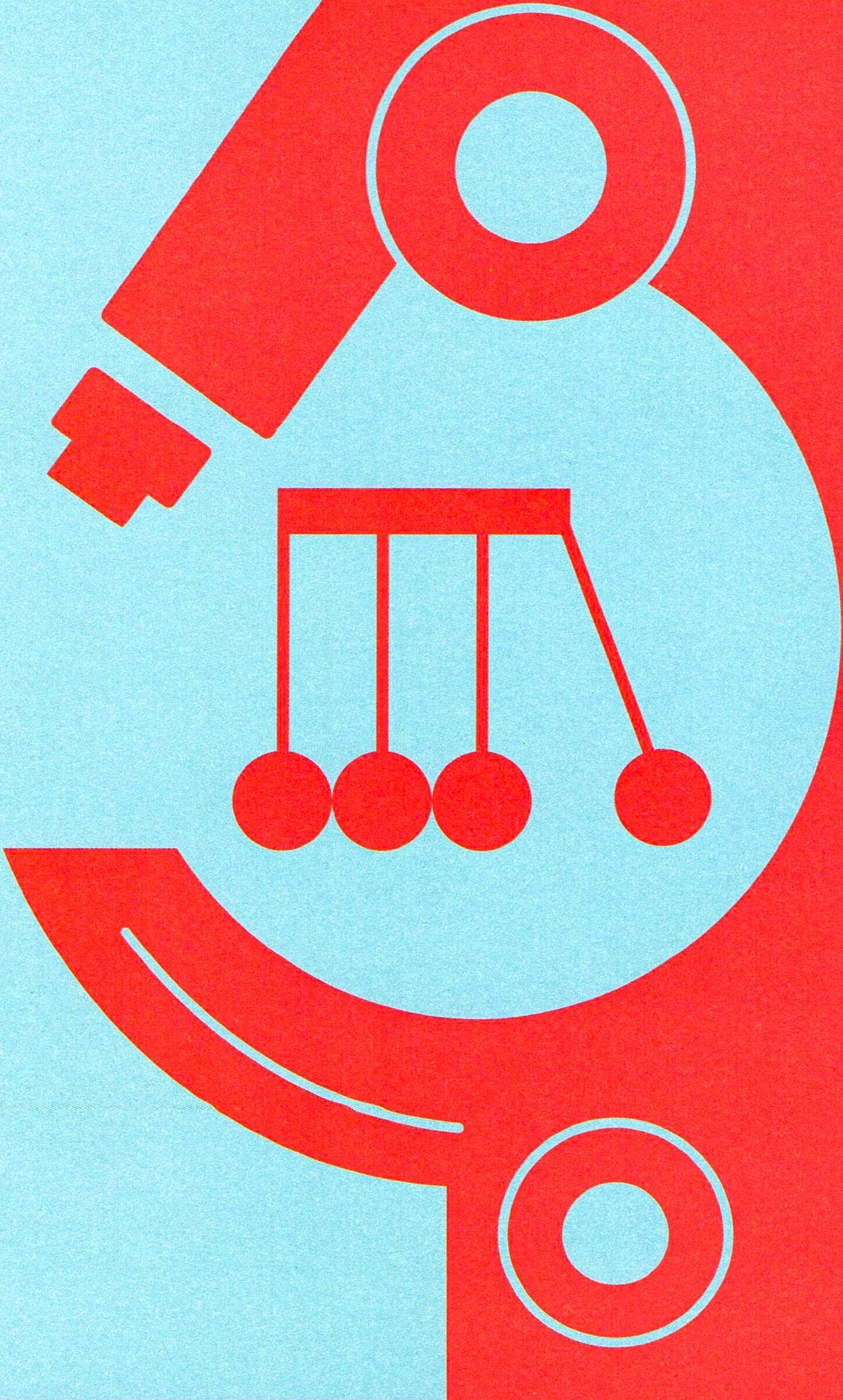
Kevlar
Là một loại sợi siêu dẻo, Kevlar có thể được dệt thành quần áo hoặc thêm vào polyme để tạo thành composite.



Vật liệu siêu chống thấm
Các vật liệu chống thấm có các chỗ lồi lên nhỏ bao phủ bề mặt của chúng, các phần này sẽ giữ hạt nước lại, giúp cho vật liệu không bị ướt.



MỘT TẤM GRAPHENE ĐƠN NHẤT CÓ THỂ CHỊU ĐƯỢC SỨC NẶNG CỦA MỘT CON MÈO 4 KG, NHƯNG BẢN THÂN NÓ NẶNG KHÔNG BẰNG MỘT CÁI RÂU MÈO



NĂNG LƯỢNG VÀ LỰC

Năng lượng là gì?

Các nhà vật lý hiểu về Vũ trụ bằng cách nghiên cứu vật chất và năng lượng trong không gian và thời gian. Năng lượng tồn tại dưới nhiều dạng và có thể chuyển đổi từ dạng này sang dạng khác. Khi một lực được sử dụng để di chuyển một vật thể, chúng ta nói rằng công đã được thực hiện trên vật thể đó.

Các loại năng lượng

Năng lượng có ở khắp mọi nơi, không thể bị phá hủy, và đã tồn tại từ khởi điểm của thời gian. Tuy nhiên, để đơn giản hóa trong tìm hiểu và đo lường, các nhà khoa học phân loại năng lượng thành nhiều dạng khác nhau. Mọi hiện tượng tự nhiên cũng như mọi quá trình nhân tạo của máy móc và công nghệ đều xảy ra bởi vì một dạng năng lượng đang làm cho nó hoạt động – đồng thời năng lượng cũng chuyển đổi thành một dạng khác trong quá trình đó.

THẾ NĂNG
Đây là các loại năng lượng chưa sinh ra công, nhưng có thể được chuyển đổi thành loại năng lượng hữu ích nào đó.



Thế năng đàn hồi
Vật liệu bị kéo dãn hoặc nén sẽ giải phóng thế năng thông qua việc trở lại hình dạng ban đầu của chúng.



Thế năng tĩnh điện
Một viên pin được chế tạo với thế năng có thể được giải phóng dưới dạng dòng điện.



Thế năng hấp dẫn
Các vật thể được nâng lên cao có thế năng để rơi xuống – giải phóng năng lượng dưới dạng chuyển động.



Năng lượng hóa học
Sự cháy và các phản ứng hóa học khác được thúc đẩy bởi loại năng lượng liên kết các nguyên tử với nhau.



Năng lượng bức xạ
Ánh sáng và các bức xạ khác là năng lượng dưới dạng biến đổi điện trường và từ trường.



Năng lượng âm thanh
Năng lượng mà sóng âm mang theo có khả năng nén và kéo căng không khí (hoặc các môi trường khác).



Năng lượng hạt nhân
Phân rã phóng xạ và các vụ nổ hạt nhân sử dụng loại năng lượng liên kết trong hạt nhân nguyên tử.



Năng lượng điện
Dòng điện mang năng lượng dưới dạng một dòng chuyển động của các hạt tích điện, thường là các electron.



Nhiệt năng
Chuyển động của các nguyên tử, thường là dao động, được gọi là năng lượng nhiệt hoặc nhiệt năng. Các nguyên tử càng nóng thì càng dao động nhiều hơn.



Động năng
Bất cứ thứ gì chuyển động, từ electron cho đến các thiên hà, đều có động năng hay năng lượng của chuyển động.

Giải phóng năng lượng hóa học
Khi một người di chuyển vật nặng, một chuỗi chuyển đổi năng lượng sẽ diễn ra. Khi bắt đầu quá trình, cơ thể chuyển đổi năng lượng hóa học có trong thực phẩm thành động năng.



1 Khi đang di chuyển
Động năng của cơ thể được chuyển sang xe cút kít. Năng lượng được sử dụng để vượt qua ma sát giúp cho xe di chuyển. Cơ thể cũng trở nên nóng hơn khi một phần năng lượng của nó được chuyển thành nhiệt vô dụng.





Bảo toàn năng lượng

Tổng năng lượng trong Vũ trụ luôn được giữ nguyên. Năng lượng không tự sinh ra hoặc mất đi, nó chỉ chuyển từ dạng này sang dạng khác. Nó chính là quá trình chuyển đổi năng lượng vốn thúc đẩy các quá trình mà ta quan sát được. Năng lượng cũng có thể được truyền đi, hoặc trở nên thiếu trật tự và ít "hữu dụng" hơn. Nếu xét riêng, mọi quá trình luôn mất đi năng lượng, thường cuối cùng là dưới dạng nhiệt. Vì vậy, cần phải có một nguồn năng lượng để duy trì các quá trình này.



MỘT THANH CHOCOLATE CHỨA BAO NHIÊU NĂNG LƯỢNG?

Một thanh chocolate sữa 50 g chứa khoảng 250 calorie – tương đương với năng lượng được sử dụng bởi một người bình thường trong mỗi 2,5 giờ.

Thế năng hấp dẫn bắt đầu chuyển thành động năng

Thế năng hóa học được lưu trữ trong cơ thể giảm

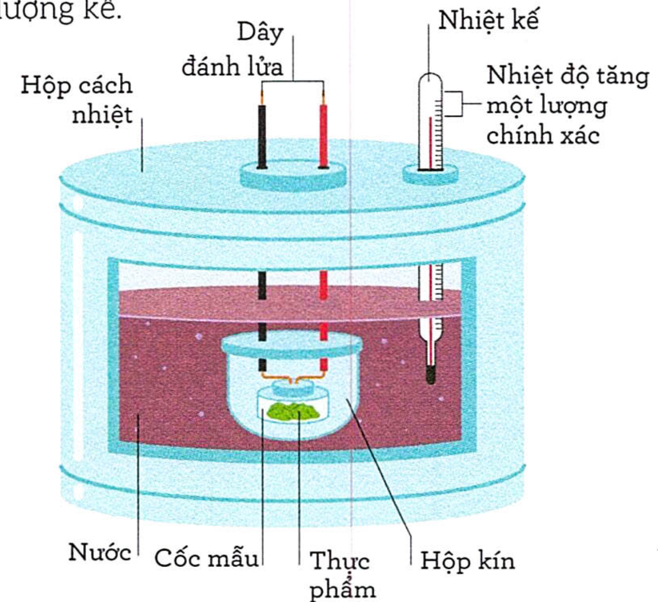
2 Đi lên dốc
Người đàn ông đang tác dụng lực đẩy để chống lại lực kéo hấp dẫn trên xe cút kít. Khi người đàn ông dần dần đi lên đoạn đường dốc, động năng của anh đang được chuyển đổi thành thế năng hấp dẫn trong cơ thể và xe cút kít.

Khi gạch rơi, động năng tăng và thế năng hấp dẫn giảm

3 Giải phóng thế năng
Việc giảm tải cho xe giúp chuyển đổi thế năng của nó thành động năng. Khi va chạm với mặt đất, động năng được chuyển thành nhiệt, âm thanh, ngoài ra còn có năng lượng đàn hồi có thể làm cho các viên gạch nẩy lên.

Đo năng lượng

Năng lượng được đo bằng đơn vị gọi là joule (J). Một joule là năng lượng cần thiết để nâng một khối lượng khoảng 100 g lên cao 1 m. Năng lượng trong thực phẩm thường được đo bằng đơn vị calorie, vốn có liên quan đến lượng nhiệt mà thực phẩm đó tạo ra khi được đốt cháy trong một thiết bị gọi là nhiệt lượng kế.



Đo calorie
Khi một mẫu thực phẩm cháy, nó làm tăng nhiệt độ nước. Sự gia tăng nhiệt độ này có thể được dùng để tìm ra có bao nhiêu calorie trong thực phẩm.

CÔNG SUẤT

Tốc độ chuyển đổi năng lượng được định nghĩa là công suất. Công suất được đo bằng watt (W); 1 W = 1 J/giây. Một quá trình công suất cao sẽ sử dụng năng lượng nhanh hơn. Một bóng đèn 100 W có cùng tốc độ chuyển đổi năng lượng, hoặc sản lượng điện, với một người phụ nữ trưởng thành.


2.000 CALORIE TRONG 24 GIỜ

=


100 W TRONG 24 GIỜ

Tĩnh điện

Hình thức quen thuộc nhất của điện là dòng điện cấp đến mỗi gia đình, một hiện tượng chủ yếu là nhân tạo. Hầu hết các hiệu ứng điện trong tự nhiên, chẳng hạn như sét, là do tĩnh điện.

Sốc điện
Khi điện tích tĩnh điện tích tụ trên cơ thể, nó sẽ được giải phóng nếu đi qua một vật dẫn, chẳng hạn như một vật kim loại, tạo ra một cú sốc điện bất ngờ và đôi khi còn có cả tia lửa.

2 Phóng điện
Điện tích có thể được giải phóng qua kim loại, thường là tay nắm cửa. Khi bàn tay chạm vào nó – hoặc chỉ cần đến gần nó – các electron dư thừa trong cơ thể nhảy sang kim loại, tạo ra một cú sốc.

1 Tích điện do ma sát
Bàn chân cọ xát vào sợi nhân tạo trong thảm làm cho các electron di chuyển từ mặt đất sang cơ thể, mang lại cho cơ thể một điện tích âm nhỏ.

Tĩnh điện học

Dòng điện sinh ra do một thuộc tính của vật chất gọi là điện tích. Trong mọi nguyên tử, các proton được tích điện dương và đứng yên ở vị trí của mình, trong khi các electron tích điện âm có thể tự do di chuyển sang các vật thể khác. Nếu một vật thể có dư thừa electron, nó sẽ mang điện tích âm và sẽ hút các vật thể tích điện dương – những vật thể bị thiếu hụt electron. Lực này cũng làm cho các electron đẩy nhau, và cuối cùng chúng sẽ tìm thấy một lối để thoát khỏi vật tích điện – tạo ra tia lửa.

Tĩnh điện trong xác định dấu vân tay
Điều tra vân tay là một ứng dụng của tĩnh điện. Các điều tra viên phủ bột tích điện âm lên các hóa chất tích điện dương để lại trong dấu vân tay tại hiện trường vụ án.



Ứng dụng của tĩnh điện

Tĩnh điện xuất hiện rất nhiều trong các tình huống hằng ngày. Nhìn chung, tĩnh điện thường được dùng nhằm tạo ra một trường lực nhỏ và dễ điều khiển, để hút hoặc đẩy các vật liệu khác. Tĩnh điện lớn hơn thì nguy hiểm, nhưng cũng có công dụng riêng của chúng, chẳng hạn như trong máy khử rung tim.



Dầu xả
Dầu gội làm cho tóc tích điện. Những sợi tóc đẩy nhau; dầu xả trung hòa điện tích.



Máy khử rung tim
Một máy phát tĩnh điện tạo ra một điện tích đủ lớn để dẫn qua trái tim đã ngừng đập.



Màng bọc thực phẩm
Việc gỡ cuộn màng dính nhựa cung cấp cho nó một điện tích nhỏ. Điều này giúp lớp màng có thể bám vào các vật thể khác.



Súng phun
Các súng phun chuyên dùng sẽ cấp cho sơn một điện tích dương để nó bị hút vào các vật tích điện âm.



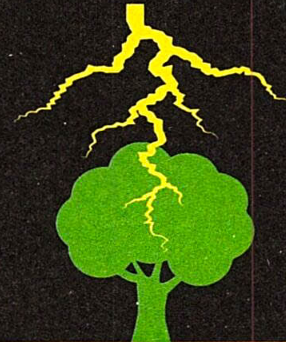
Sách điện tử
Màn hình máy đọc sách điện tử hút hoặc đẩy các khối cầu có chứa các hạt dầu có điện tích dương (trắng) hoặc âm (đen).



Bộ lọc bụi
Các hạt có hại trong khói thải của nhà máy được cấp một điện tích, sau đó chúng sẽ được kéo ra bằng các tấm tích điện.

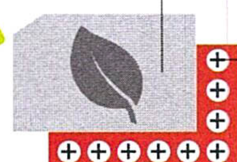
SÉT ĐÁNH

Sét là một sự phóng tĩnh điện trên quy mô lớn. Không khí là một chất dẫn điện kém, do đó điện tích trong các đám mây bão không thể tiêu tan và sẽ tích tụ dần đến mức khổng lồ. Cuối cùng, một dòng điện sẽ được phóng đi ngoằn ngoèo trong không khí khi nó tìm đường dễ nhất để đến mặt đất.

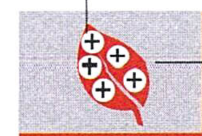


TÀI LIỆU GỐC





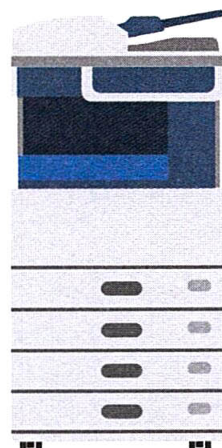
1 Ánh sáng
Một nguồn sáng mạnh chiếu qua tài liệu gốc lên một tấm tích điện dương.



2 Phóng năng lượng
Ánh sáng giúp tách biệt tấm này khỏi các vùng tối của tài liệu.



3 Mực âm
Mực là bột tích điện âm bám vào các vùng tích điện dương của tấm.



4 Chuyển mực
Giấy được ép hoặc cuộn lên tấm, chuyển mực in lên giấy.

Giấy được làm nóng nhẹ giúp mực dính dễ dàng



5 Bản sao cuối cùng
Một bản sao xuất hiện. Điện tích trên bản gốc có thể được duy trì để tạo ra nhiều bản sao hơn.

Máy photocopy
Máy photocopy tái tạo một hình ảnh hoặc văn bản bằng cách tạo ra một mô hình tĩnh điện vô hình. Mô hình này sau đó được sử dụng để đặt mực vào đúng vị trí giúp tạo ra bản sao giống hệt ban đầu.

Dòng điện

Dòng điện chính xác là một dòng các điện tích. Trong các ví dụ hằng ngày, điện tích được mang theo trong chuyển động của electron qua các kim loại, chẳng hạn như dây đồng. Bất kỳ vật liệu nào dẫn điện tốt cũng có thể được gọi là vật dẫn. Vật cách điện thì dẫn điện không tốt.

Tạo ra dòng điện

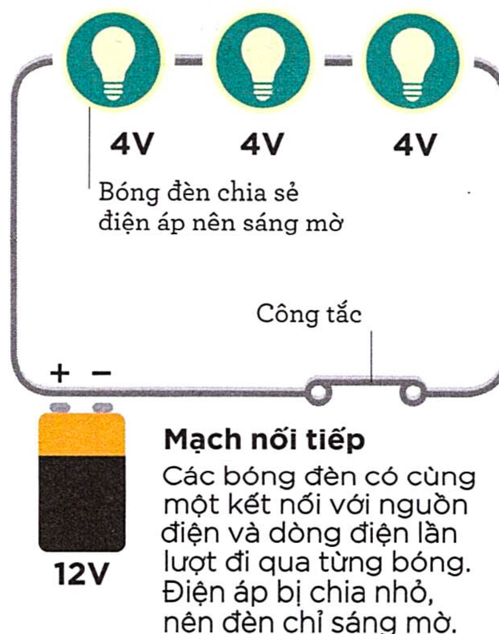
Khác với tĩnh điện, chẳng hạn như tia lửa hoặc tia sét (xem trang 78-79), điện tích trong dòng điện liên tục di chuyển. Các hạt tích điện chuyển động bởi vì chúng bị kéo về phía điện tích trái dấu với mình, trong khi tĩnh điện di chuyển là vì sự khác biệt về điện tích giữa nơi này và nơi khác. Tia lửa tĩnh điện cũng loại bỏ sự khác biệt điện tích mà ban đầu đã sản sinh ra nó. Trong một dòng điện, chẳng hạn được sản xuất bởi một viên pin, chính sự khác biệt về điện tích giữ cho dòng điện luôn chạy.

ĐẠI LƯỢNG	ĐƠN VỊ
Dòng điện là dòng các điện tích.	**A Ampe**
Điện áp, hoặc hiệu điện thế, là lực đẩy dòng điện dọc theo dây dẫn.	**V Volt**
Điện trở là sự cản trở chuyển động của dòng điện.	**Ω Ohm**

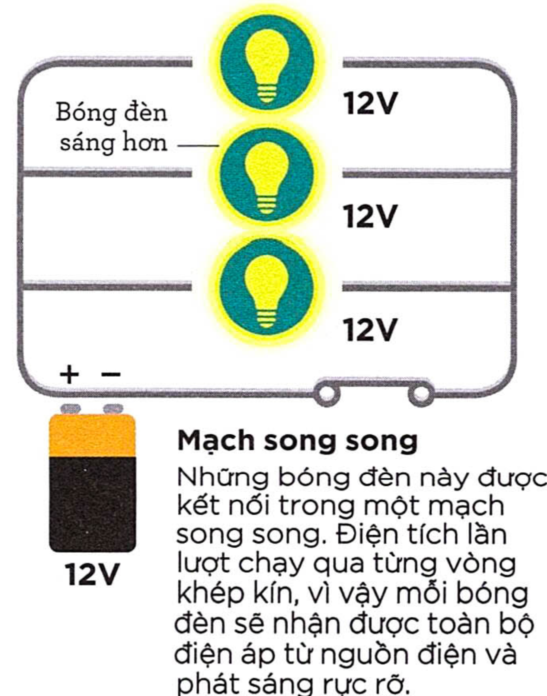


Mạch điện

Dòng điện mang năng lượng có thể được chuyển hóa thành năng lượng hữu ích. Dòng electron cũng tương tự một dòng nước chảy. Năng lượng của nước chảy có thể được khai thác nhờ một guồng nước, từ đó cung cấp năng lượng cho thiết bị. Nước chảy qua kênh rạch, còn dòng điện được gửi đi nhờ các mạch, nhờ đó năng lượng của nó có thể được sử dụng trong các thiết bị như bóng đèn, lò sưởi hoặc động cơ. Cách năng lượng được phân bổ phụ thuộc vào thiết kế của mạch. Có hai loại mạch chính: nối tiếp và song song.



Mạch nối tiếp
Các bóng đèn có cùng một kết nối với nguồn điện và dòng điện lần lượt đi qua từng bóng. Điện áp bị chia nhỏ, nên đèn chỉ sáng mờ.



Mạch song song
Những bóng đèn này được kết nối trong một mạch song song. Điện tích lần lượt chạy qua từng vòng khép kín, vì vậy mỗi bóng đèn sẽ nhận được toàn bộ điện áp từ nguồn điện và phát sáng rực rỡ.



Nhiều nguyên tử kim loại tích điện dương sau khi mất electron

Chất điện phân nhận thêm electron

Dòng điện được sử dụng để chiếu sáng

Truyền điện

Kim loại và chất điện phân được giữ tách biệt bởi một chất cách điện, vì vậy để đi từ đầu này qua đầu kia, tạo thành một dòng điện, các electron phải di chuyển qua dây dẫn.

Electron đi qua dây dẫn thành dòng điện

Electron bị đẩy về hướng ngược lại

Chất điện phân mất đi electron

Nguồn năng lượng bên ngoài

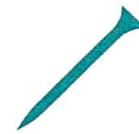
Sạc lại

Một nguồn năng lượng điện khác có thể đẩy dòng điện đi theo hướng ngược lại qua pin, để chuyển các electron trở lại nơi chúng bắt đầu.

Kim loại nhận về electron

ELECTRON TỰ DO

Hầu hết các kim loại, chẳng hạn như sắt, là chất dẫn điện tốt vì các electron ở vỏ ngoài của nguyên tử có thể tự do di chuyển xung quanh, đến vỏ của các nguyên tử khác. Nếu các electron được cung cấp đủ năng lượng, thì một dòng điện có thể được hình thành. Các nguyên tử bên trong chất cách điện – chẳng hạn như cao su – giữ chặt các electron hơn, nên dòng điện khó hình thành hơn.



CHẤT DẪN ĐIỆN

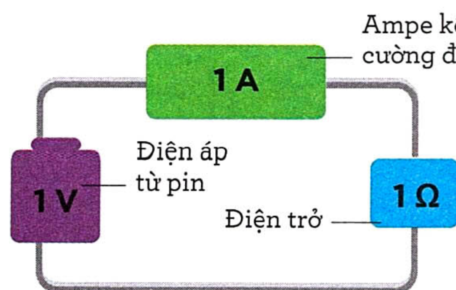


CHẤT CÁCH ĐIỆN

Định luật Ohm

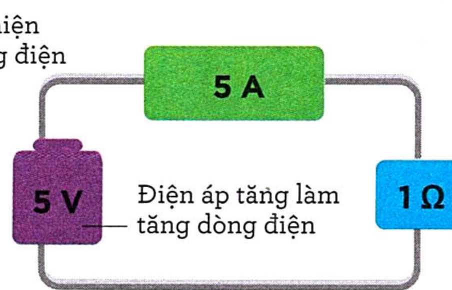
Mối liên hệ giữa điện áp, cường độ dòng điện và điện trở được gói gọn trong định luật Ohm. Công thức của nó (xem bên phải) có thể được sử dụng để tính toán cường độ dòng điện đi qua một vật dẫn, tùy thuộc vào điện áp của nguồn điện và điện trở của các vật dẫn trong mạch.

$$\text{CƯỜNG ĐỘ} = \frac{\text{ĐIỆN ÁP}}{\text{ĐIỆN TRỞ}}$$



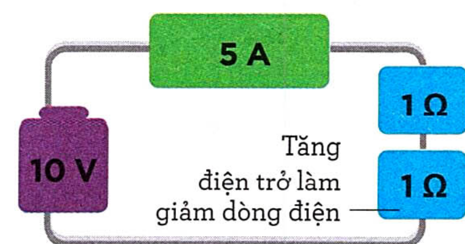
Ohm

Điện trở được đo bằng đơn vị gọi là ohm (Ω). Điện trở bằng 1 Ω cho phép dòng điện 1 A đi qua khi điện áp giữa hai đầu là 1 V.



Tỷ lệ thuận

Cường độ dòng điện tỷ lệ thuận với điện áp. Nếu điện áp tăng, dòng điện cũng tăng, miễn là điện trở được giữ nguyên.

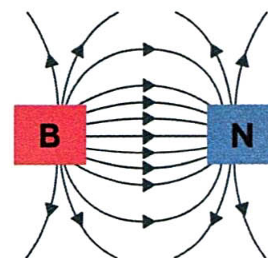


Tăng điện trở

Thêm nhiều điện trở hơn đồng nghĩa với việc điện áp không đủ để đẩy dòng điện qua với cường độ như trước. Tăng điện áp sẽ giúp duy trì dòng điện.

Lực từ

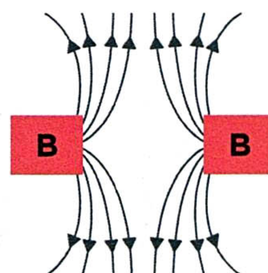
Lực từ (tương tác điện từ) giữa các vật liệu là biểu hiện ở cấp độ lớn hơn cho hoạt động hạ nguyên tử bên trong vật liệu đó. Nam châm có phạm vi sử dụng khá rộng, và là không thể thiếu đối với nhiều thiết bị.



Trái dấu thì hút nhau
Lực từ tuân theo quy luật "trái dấu thì hút nhau". Cực Bắc của một nam châm sẽ hút cực Nam của một nam châm khác. Lực hút này kéo hai nam châm lại với nhau.

Từ trường

Một nam châm được bao quanh bởi một trường lực được kéo dài theo mọi hướng và có cường độ giảm nhanh chóng theo khoảng cách. Lực từ có hướng, và từ trường phát ra từ một đầu của nam châm, gọi là cực Bắc, và quay trở lại ở cực Nam. Từ trường dày đặc nhất là ở hai cực, và do đó tác động của lực cũng là mạnh nhất ở hai nơi này.



Cùng dấu thì đẩy nhau
Hai cực từ giống hệt nhau, chẳng hạn cực Bắc với cực Bắc, thì đẩy nhau. Các đường sức từ của hai từ trường có cùng hướng và do đó chúng đẩy nhau chệch ra xa.

Đường sức từ
Ta có thể hình dung từ trường dưới dạng các đường sức từ bao quanh một nam châm. Các đường này thực chất là tập hợp các điểm có cường độ từ trường bằng nhau và có thể được mô hình hóa bằng cách rắc các mảnh sắt vụn xung quanh một nam châm.

Hướng của lực

Đường sức từ

NAM

BẮC

Mảnh sắt vụn

Từ trường mạnh hơn ở hai cực, nơi các đường gần nhau hơn



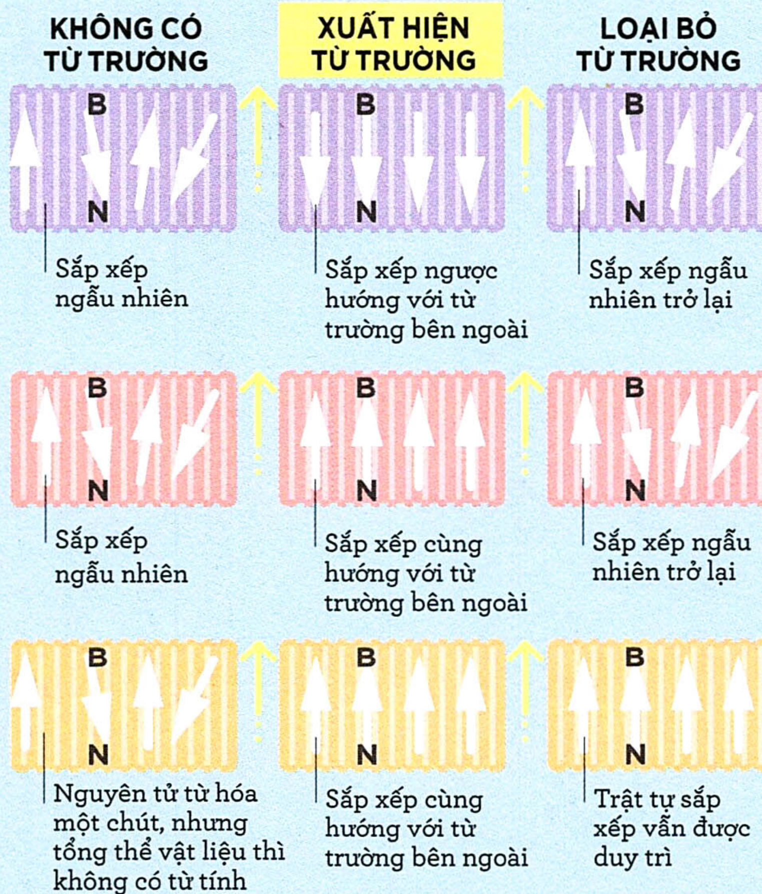
Các loại từ tính

Mỗi nguyên tử đều có một từ trường nhỏ bé của riêng mình, và thông thường chúng được định hướng ngẫu nhiên nên không tạo ra hiệu ứng nào. Nếu các nguyên tử trong một chất được xếp thẳng với một từ trường bên ngoài, thì các trường nhỏ của chúng sẽ tích tụ thành một trường lực chung, lớn hơn.

Vật liệu nghịch từ
Các chất như đồng và carbon tạo ra một từ trường ngược hướng với từ trường bên ngoài và đẩy nam châm ra xa.

Vật liệu thuận từ
Hầu hết các kim loại là chất thuận từ. Các nguyên tử của chúng sẽ cùng hướng với từ trường bên ngoài và do đó bị nam châm hút.

Vật liệu Ferri từ (sắt từ)
Các nguyên tử trong sắt và một vài kim loại khác vẫn sẽ xếp theo hướng từ trường ngay cả khi từ trường bên ngoài được loại bỏ, và tạo thành nam châm vĩnh cửu.



ĐÂU LÀ NAM CHÂM MẠNH NHẤT?

Các sao neutron tự quay cực nhanh với tên gọi sao từ có từ trường mạnh gấp 1.000 triệu triệu lần so với từ trường Trái Đất.

MÁY QUÉT MRI SỬ DỤNG MỘT NAM CHÂM ĐƯỢC LÀM MÁT ĐẾN -265°C ĐỂ TỪ HÓA TOÀN BỘ CƠ THỂ TRONG MỘT PHẦN GIÂY



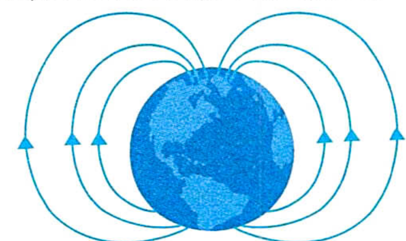
Nam châm điện

Từ tính của nam châm điện được tạo ra bởi một dòng điện chạy quanh lõi sắt. Điều này có nghĩa là từ trường có thể được bật lên và tắt đi. Nam châm điện được ứng dụng rộng rãi trong các thiết bị hiện đại.



TỪ TRƯỜNG TRÁI ĐẤT

Sắt lỏng trong lõi ngoài của Trái Đất tạo ra một từ trường rất mạnh. Kim nhiễm từ tính của la bàn luôn hướng về phía Bắc vì chúng xếp thẳng hàng với từ trường của hành tinh. Từ trường này cũng vươn ra ngoài vũ trụ, tạo thành một lá chắn chống lại gió mặt trời – một vụ nổ khí nóng, điện hóa do Mặt Trời tạo ra.

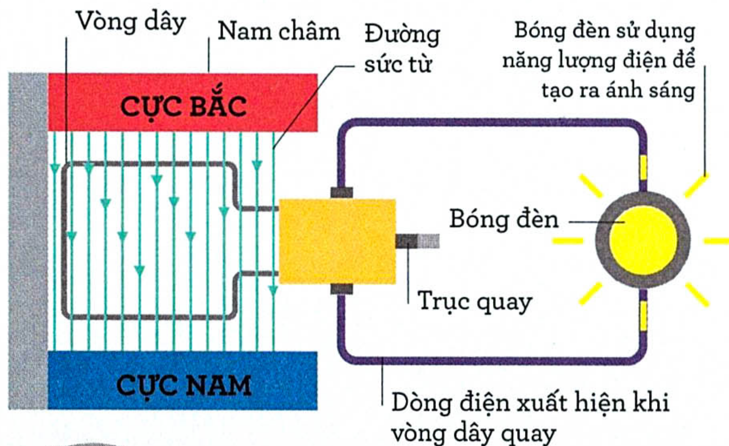


Sản xuất điện

Điện là một nguồn năng lượng rất hữu ích. Nó có thể được phân phối rộng rãi đến những nơi khác cách xa nơi sản xuất, và nó có thể cung cấp năng lượng cho tất cả các loại thiết bị từ máy tính đến xe hơi.

Dòng điện cảm ứng

Máy phát điện sử dụng một quá trình gọi là cảm ứng để tạo ra dòng điện. Khi một dây dẫn di chuyển trong một từ trường, một điện áp và dòng điện được tạo ra trong nó. Động năng của dây dẫn được chuyển đổi thành năng lượng điện, tạo ra dòng điện chạy qua nó. Một máy phát điện đơn giản thực hiện quá trình này bằng cách quay một vòng dây thật nhanh giữa hai cực của một nam châm cực mạnh.



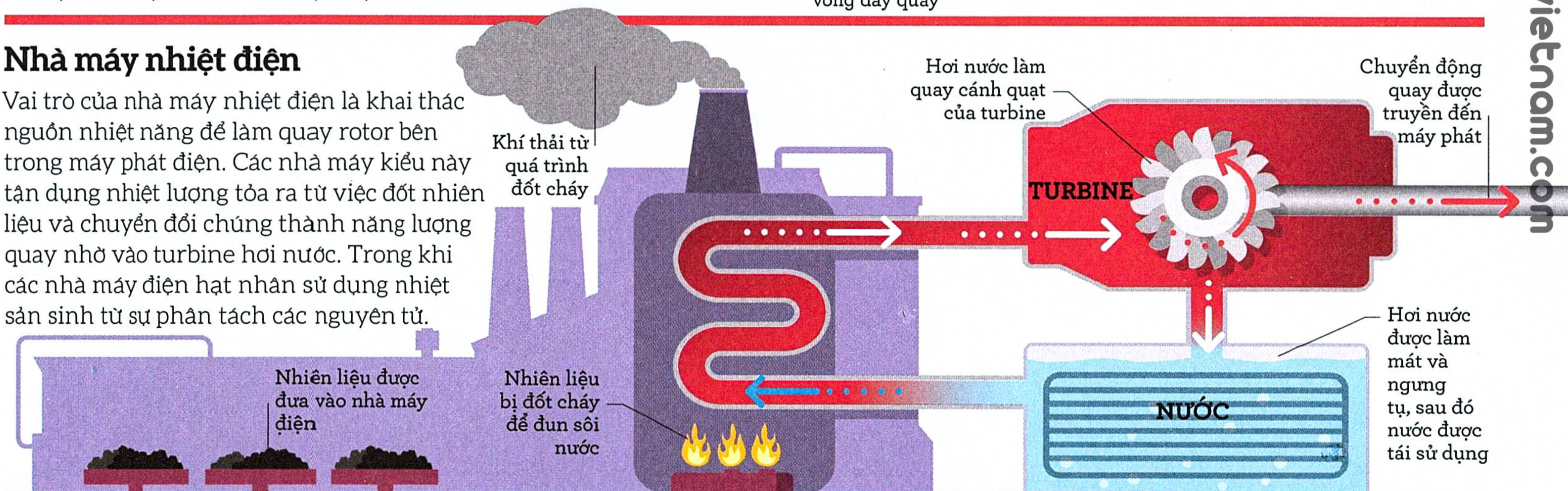
ĐIỆN XOAY CHIỀU VÀ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Mỗi lần vòng dây đi qua từ trường, hướng của dòng điện trong nó lại hoán đổi. Đây được gọi là dòng điện xoay chiều (AC). Các trạm điện tạo ra điện xoay chiều, bởi vì cần có dòng điện đảo chiều liên tục trong các máy biến áp (xem bên dưới) để tạo ra dòng điện trong cuộn thứ cấp. Trong dòng điện một chiều (DC), kết nối của vòng dây với mạch được chuyển đổi mỗi lần quay để điện tích chỉ di chuyển theo một chiều.



Nhà máy nhiệt điện

Vai trò của nhà máy nhiệt điện là khai thác nguồn nhiệt năng để làm quay rotor bên trong máy phát điện. Các nhà máy kiểu này tận dụng nhiệt lượng tỏa ra từ việc đốt nhiên liệu và chuyển đổi chúng thành năng lượng quay nhờ vào turbine hơi nước. Trong khi các nhà máy điện hạt nhân sử dụng nhiệt sản sinh từ sự phân tách các nguyên tử.



1 Nhiên liệu
Nhiên liệu là những chất giải phóng ra một lượng nhiệt lớn khi bị đốt cháy. Nhiên liệu phổ biến gồm than, khí tự nhiên và dầu. Các nhà máy điện cũng đốt gỗ, than bùn, và rác.

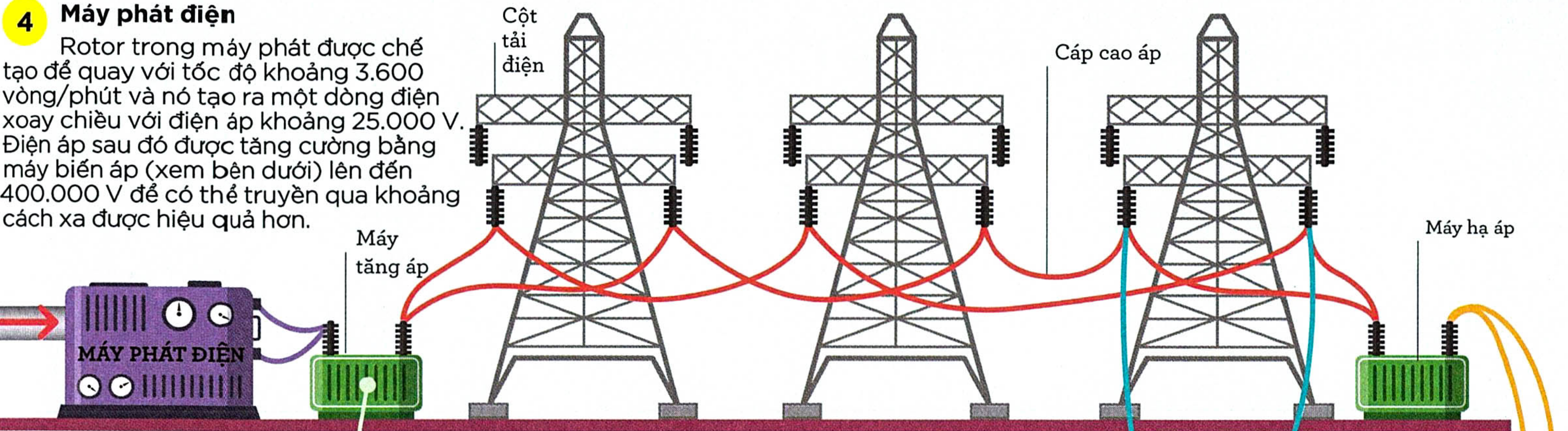
2 Lò đốt
Nước chảy qua các ống trong lò sẽ được đun sôi bằng nhiệt từ nhiên liệu bị đốt cháy. Điều này giúp tạo ra hơi nước áp suất cao mà sau đó được điều hướng đến turbine.

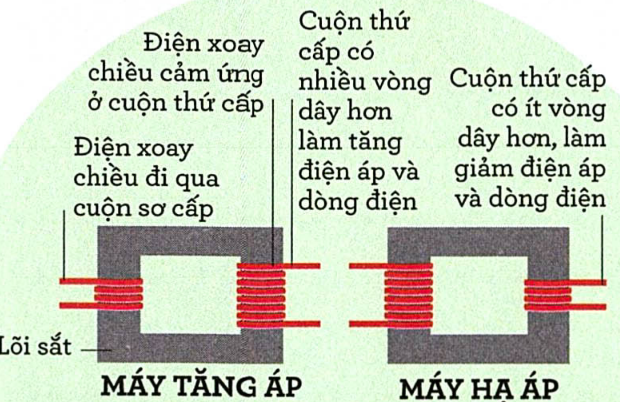
3 Turbine
Luồng hơi nước đi qua một turbine và làm quay cánh quạt. Áp suất hơi nước được chuyển thành động năng và truyền đến máy phát.



4 Máy phát điện

Rotor trong máy phát được chế tạo để quay với tốc độ khoảng 3.600 vòng/phút và nó tạo ra một dòng điện xoay chiều với điện áp khoảng 25.000 V. Điện áp sau đó được tăng cường bằng máy biến áp (xem bên dưới) lên đến 400.000 V để có thể truyền qua khoảng cách xa được hiệu quả hơn.



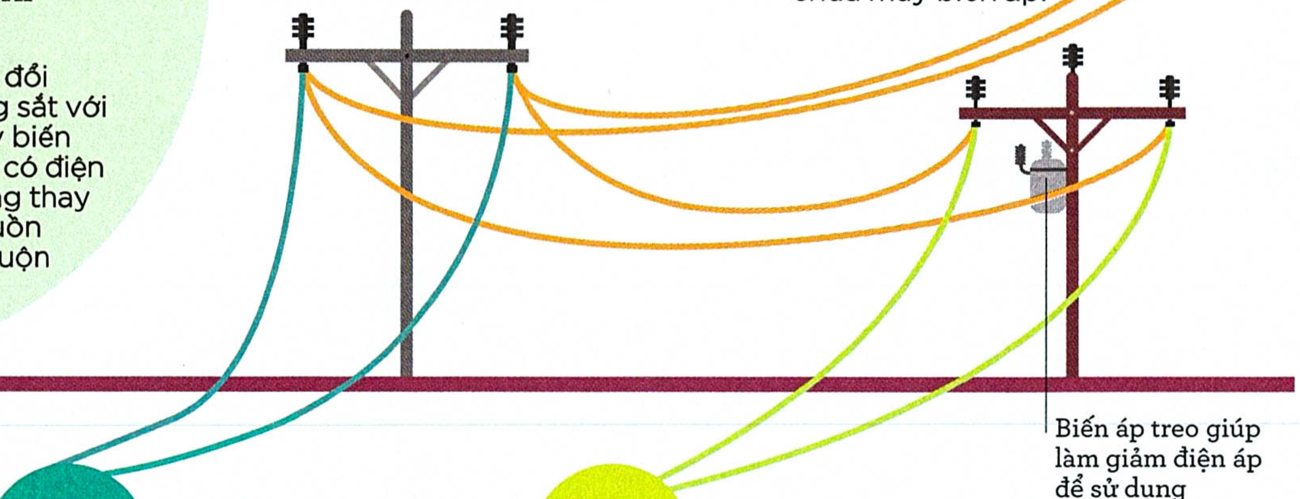


Máy biến áp

Máy biến áp là một thiết bị giúp thay đổi dòng điện và điện áp. Nó là một vòng sắt với một cuộn dây dẫn nằm mỗi bên. Máy biến áp đòi hỏi được cấp điện xoay chiều, có điện trường thay đổi liên tục. Điện trường thay đổi trong cuộn sơ cấp tạo ra nguồn cung điện xoay chiều trong cuộn thứ cấp.



MỘT NGƯỜI Ở QATAR SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG NHIỀU GẤP 89 LẦN MỘT NGƯỜI Ở SENEGAL



Nhà máy

Các nhà máy sử dụng nhiều mức điện áp, lên đến 33.000 V. Vì vậy, họ có thể có các trạm riêng chứa máy biến áp.

5 Phân phối điện

Dòng điện trong lưới điện cao thế là quá mạnh để sử dụng tại hộ gia đình. Mỗi địa phương sẽ có một trạm biến áp, trong đó một máy hạ áp sẽ làm giảm điện áp xuống mức có thể sử dụng trong thực tế.

Tòa nhà văn phòng

Các tòa nhà thương mại có thể sử dụng điện áp cao hơn so với nhà dân.

Khu dân cư

Tùy thuộc vào từng quốc gia, nguồn cung cấp điện cho gia đình nằm trong khoảng từ 110 V đến 240 V.

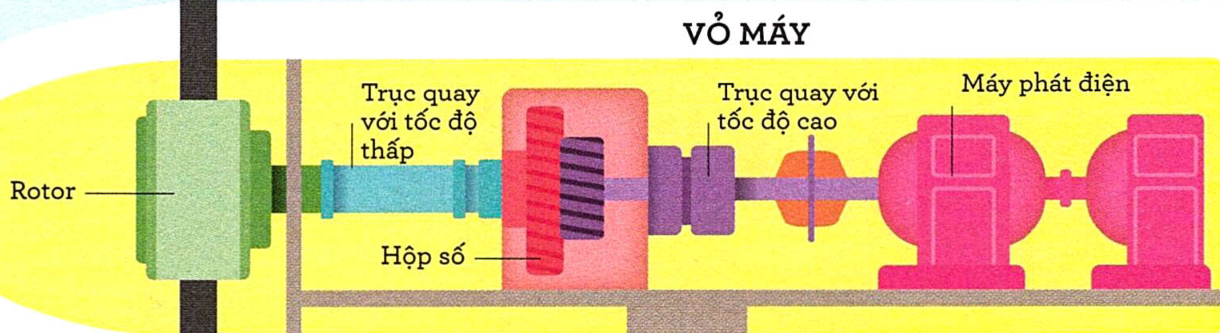
GIÓ

Năng lượng thay thế

Thay vì sử dụng nhiên liệu hóa thạch, các hệ thống năng lượng thay thế sử dụng một nguồn năng lượng khác như chuyển động tự nhiên của không khí hoặc nước, hoặc nhiệt từ Trái Đất hay Mặt Trời. Điều này giúp chúng ít gây hại cho môi trường hơn.

Năng lượng gió

Gió là sự chuyển động của không khí từ vùng áp cao đến vùng áp thấp. Sự chênh lệch áp suất này là do Mặt Trời làm khí quyển nóng lên không đều. Turbine gió có thể khai thác luồng không khí này để dùng như một nguồn năng lượng.



1 Cánh turbine
Cánh turbine cong, hoạt động như một cánh quạt ngược. Chúng được định hình chính xác để bắt được luồng không khí và chuyển đổi chuyển động về phía trước của luồng khí thành chuyển động quay.

2 Bánh răng
Các cánh quay khoảng 15 vòng/phút, quá chậm để có thể tạo ra một dạng điện hữu ích. Hệ thống bánh răng giúp tăng tốc độ quay của trục lên khoảng 1.800 vòng/phút.

3 Máy phát điện
Chuyển động quay của trục được máy phát chuyển đổi thành điện. Máy phát điện cũng có thể được sử dụng như một động cơ khởi động bằng điện – dòng điện chạy qua nó theo chiều ngược lại sẽ làm cho các cánh quạt quay theo gió nhẹ.

LIỆU CON NGƯỜI CÓ THỂ HOÀN TOÀN NGỪNG SỬ DỤNG NHIÊN LIỆU HÓA THẠCH?

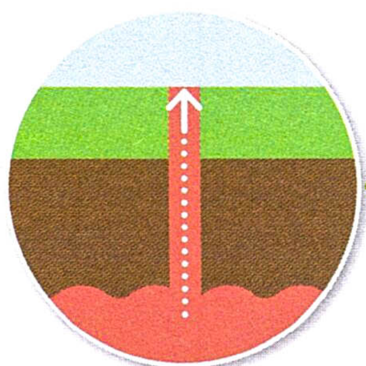
Năng lượng thay thế đủ khả năng đáp ứng nhu cầu của con người, nhưng chúng ta phải phát triển các cách để trữ điện với số lượng lớn trước khi có thể thực sự ngừng sử dụng tất cả các nhiên liệu hóa thạch.

THỦY ĐIỆN

Một trong những vấn đề của các hệ thống điện thay thế là phải tìm ra nguồn cung năng lượng đáng tin cậy. Các nhà máy thủy điện thường sử dụng đập để khai thác dòng chảy của các con sông. Các nhà máy này sản xuất hai phần ba tổng số năng lượng thay thế và cung cấp gần một phần năm lượng điện được sử dụng. Khi nước chảy, thế năng của nó chuyển thành động năng, được sử dụng làm quay turbine nước bên trong đập nhằm tạo ra điện.

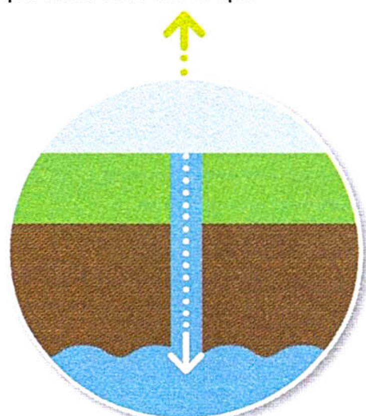






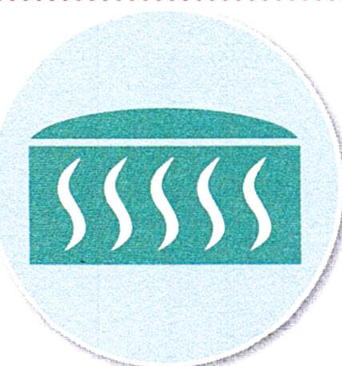
2 Nước ra

Nhiệt núi lửa làm nước nóng lên cao hơn 100°C. Phần lớn lượng nước này vẫn tồn tại ở thể lỏng do điều kiện áp suất cao, vì vậy một hỗn hợp nước nóng và hơi nước được đưa lên bề mặt.



1 Nước vào

Nước lạnh được bơm xuống một cái giếng, hoặc lỗ khoan, ở áp suất cao, vào một hồ chứa nước ngầm tự nhiên sâu dưới lòng đất – thường ở độ sâu 2.000 m trở lên.

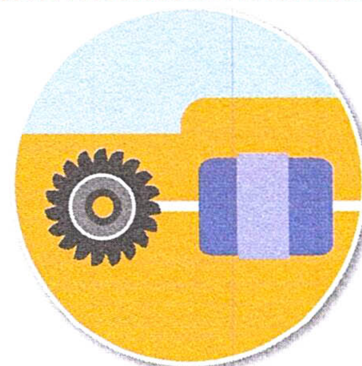


3 Tạo ra hơi nước

Hơi nước được tách ra khỏi nước lỏng để tạo thành một dòng khí áp suất cao hướng vào turbine, trong khi nước lỏng sẽ được điều về tháp giải nhiệt.

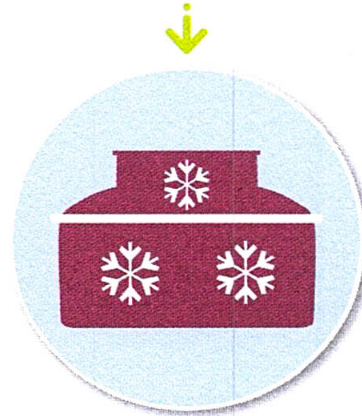
Nhiệt tự nhiên

Giống như chuyển động của không khí và nước, các nguồn nhiệt tự nhiên cũng có thể được sử dụng để sản xuất điện. Các nhà máy năng lượng mặt trời tập trung sử dụng các mảnh gương sắp xếp theo trật tự nhất định để tập trung ánh sáng mặt trời và sử dụng nó để đun sôi nước, làm quay turbine. Trong khi đó, các nhà máy điện địa nhiệt được đặt tại các khu vực núi lửa, nơi nhiệt từ bên trong Trái Đất tỏa ra rất gần mặt đất và có thể được sử dụng làm nguồn năng lượng.



4 Máy phát điện

Hơi nước áp suất cao làm quay các cánh turbine, như trong một nhà máy nhiệt điện thông thường. Động năng quay sau đó được truyền đến máy phát để tạo ra điện.



5 Tháp giải nhiệt

Hơi nước được làm mát và ngưng tụ lại thành chất lỏng bên trong các tháp giải nhiệt lớn. Sau khi được làm mát, nước đã sẵn sàng để được bơm vào lòng đất một lần nữa và bắt đầu lại chu kỳ.

Nhiên liệu sinh học

Nhiên liệu sinh học là một giải pháp ít gây ô nhiễm với tiềm năng thay thế cho nhiên liệu hóa thạch. Chúng có thể được tạo ra bằng cách thay đổi về mặt hóa học các nguyên liệu thô lấy từ các sinh vật sống. Có ba nguồn nhiên liệu sinh học chính: ngũ cốc, gỗ và tảo. Các loại ngũ cốc và gỗ đang gây ra vấn đề môi trường nhưng hy vọng rằng tảo, mặc dù mới chỉ trong giai đoạn đầu phát triển, có thể cung cấp nhiên liệu ít gây ô nhiễm với chi phí thấp.

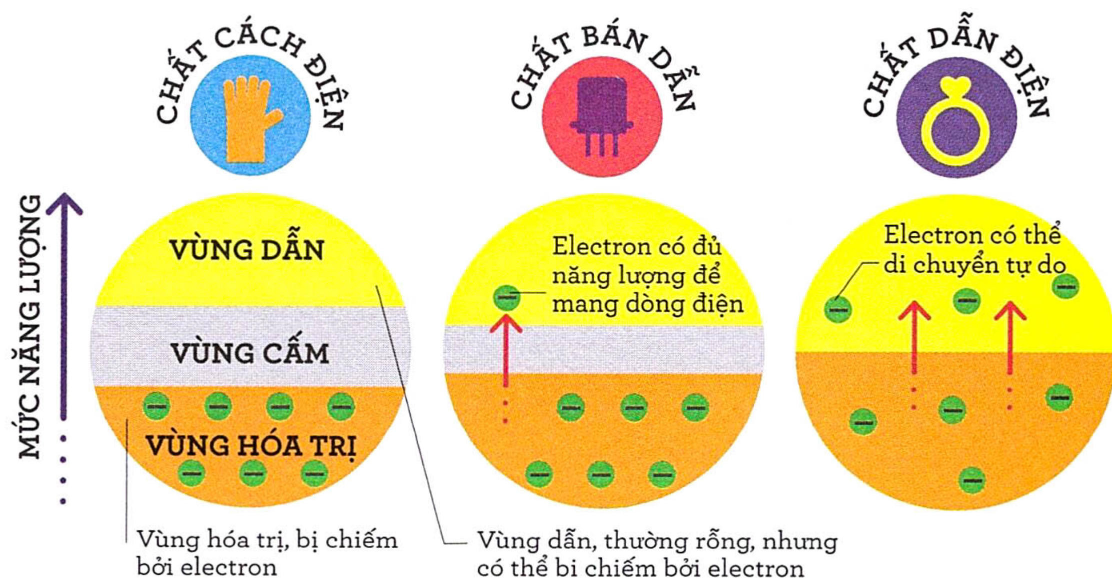


Điện tử hoạt động ra sao?

Điện tử là công nghệ tạo nên các thành phần điện và sử dụng chúng trong các mạch điện. Chúng bao gồm các transistor, được sử dụng để kiểm soát dòng điện, và hầu hết đều không có bộ phận chuyển động.

Thế nào là một chất bán dẫn?

Chất dẫn điện có các electron tự do có sẵn để mang dòng điện (xem trang 81), trong khi các chất cách điện có hàng rào năng lượng lớn, còn gọi là năng lượng vùng cấm, ngăn các electron chạy qua chúng và tạo thành dòng điện. Các chất bán dẫn, như silic, có năng lượng vùng cấm tương đối nhỏ, do đó nó có thể chuyển từ một chất cách điện thành một chất dẫn điện.

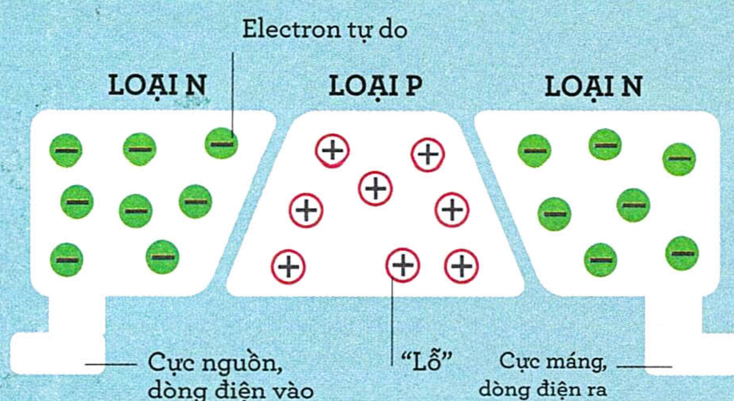


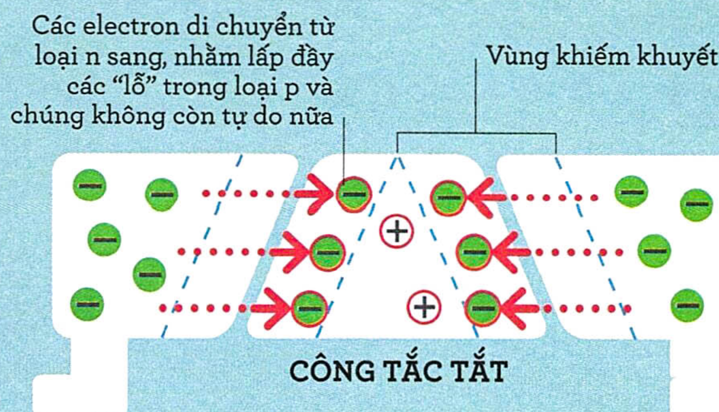
Bên trong một transistor

"Bộ não" của một máy tính được tạo thành từ các mạch điện tử nằm trên một con chip. Các mạch này sẽ được một bộ hướng dẫn – chương trình lập trình – cho biết phải làm gì. Cuối thập niên 1940, transistor, một thiết bị bán dẫn, đã được phát minh để thay thế các thiết bị điện tử ban đầu sử dụng ống chân không và gần như không đáng tin cậy. Các transistor được làm bằng tinh thể silic đã được "pha tạp", hay được thêm vào các chất khác để thay đổi tính chất dẫn điện của nó. Sản phẩm tạo thành là một thiết bị có thể được điều khiển để kiểm soát dòng điện cực kỳ chính xác.



KÍCH THƯỚC TỐI THIỂU DỰ KIẾN CỦA MỘT TRANSISTOR LÀ BẰNG 2 PHÂN TỬ ĐƯỜNG





1 Cấu trúc cơ bản

Một transistor được làm từ một chất bán dẫn loại p kẹp giữa hai chất bán dẫn loại n. Loại n có electron dư thừa và tích điện âm. Loại p có chứa "lỗ" đóng vai trò điện tích dương.

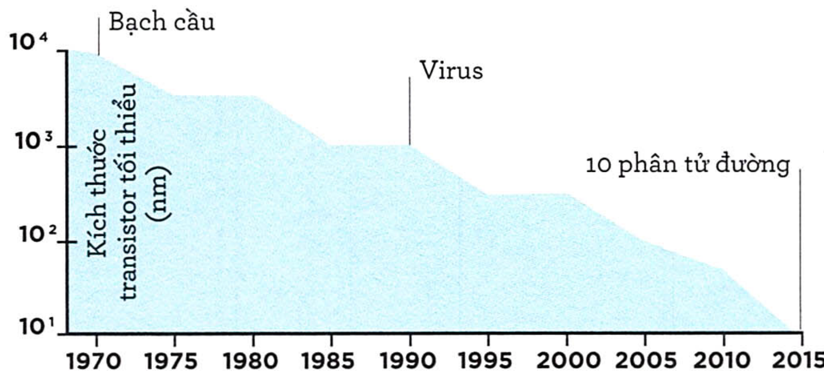
2 Vùng khiếm khuyết

Các electron từ bán dẫn loại n bị kéo vào bán dẫn loại p bởi điện tích dương của nó. Điều này tạo ra các vùng khiếm khuyết, nơi không có các electron tự do để mang dòng điện. Ở giai đoạn này, không dòng điện nào có thể chạy qua, và công tắc của transistor đang ở trạng thái "tắt".



ĐỊNH LUẬT MOORE

Năm 1965, Gordon Moore, nhà đồng sáng lập công ty điện tử Intel, dự đoán rằng các transistor sẽ giảm một nửa kích thước cứ sau hai năm. Cho đến nay, định luật Moore vẫn khá chính xác. Ngày nay, các transistor tiêu chuẩn có chiều dài cơ sở là 14 nanomet. Kích thước này còn có thể thu hẹp hơn nữa, nhưng công nghệ điện tử sẽ đạt đến giới hạn trong thập niên tới, khi kích thước cơ sở của chúng trở nên quá nhỏ để tạo thành một rào cản hiệu quả đối với dòng điện.

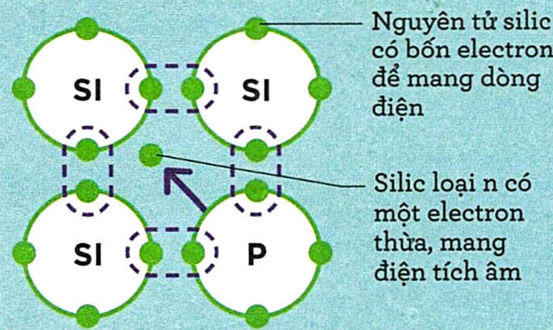


SILIC ĐẾN TỪ ĐÂU?

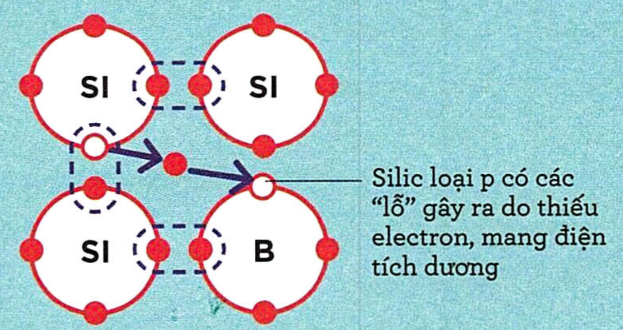
Silic là nguyên tố phổ biến thứ hai trong lớp vỏ Trái Đất. Nó có thể được tinh chế bằng cách đốt cát, có chứa silic, trộn với sắt nóng chảy.

Pha tạp silic

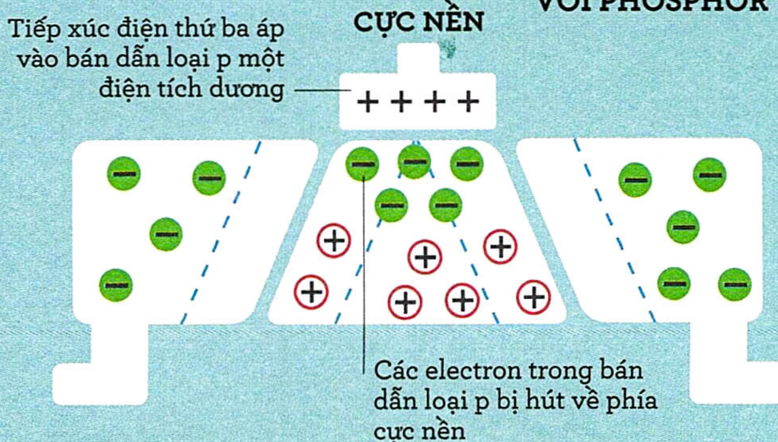
Mục đích của việc pha tạp silic là nhằm tăng hoặc giảm số lượng electron. Việc thêm các nguyên tử phosphor sẽ làm tăng một electron, trong khi thêm bor làm giảm bớt một electron, từ đó tạo ra một khoảng trống, hoặc "lỗ", trong tinh thể.

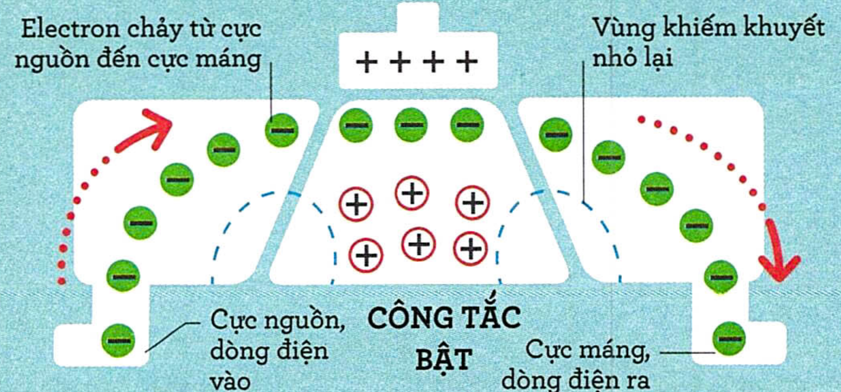


SILIC LOẠI N ĐƯỢC PHA TẠP VỚI PHOSPHOR



SILIC LOẠI P ĐƯỢC PHA TẠP VỚI BOR





CÔNG TẮC BẬT

3 Đặt điện áp

Ngoài cực nguồn và cực máng, lần lượt là nơi dòng điện đi vào và đi ra, một transistor còn có một tiếp xúc điện thứ ba được gọi là cực nền, đưa vào bán dẫn loại p một điện áp dương. Khi được bật, cực nền sẽ hút các electron trong vùng khiếm khuyết.

4 Dòng điện di chuyển

Cực nền tạo ra một vùng các electron tự do trong transistor, thu nhỏ các vùng khiếm khuyết, vì vậy một dòng điện có thể đi qua nó. Ở trạng thái này, transistor đang được "bật". Khi cực nền tắt, các electron sẽ dừng chuyển động và công tắc transistor bị tắt một lần nữa.

Vi mạch

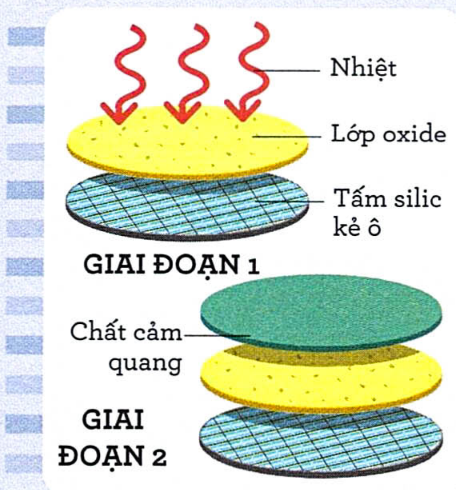
Vi mạch (microchip) là thành phần công nghệ có thể được tìm thấy trong tất cả các đồ gia dụng hằng ngày, từ điện thoại đến lò nướng bánh. Chế tạo một vi mạch là việc kết hợp các linh kiện điện tử nhỏ xíu trên một miếng silic nguyên chất.

VI MẠCH TRONG THÚ CƯNG LÀ GÌ?

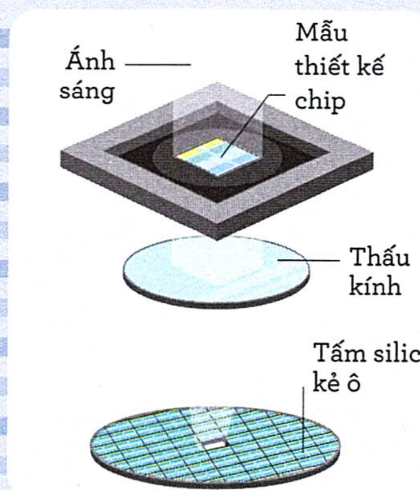
Loại vi mạch này chứa một máy phát vô tuyến nhỏ và được chèn dưới lớp da động vật. Khi một bộ đọc được đặt cạnh nó, nó sẽ phát ra một mã duy nhất, chứa thông tin liên quan đến chủ sở hữu của thú cưng.

Chế tạo vi mạch

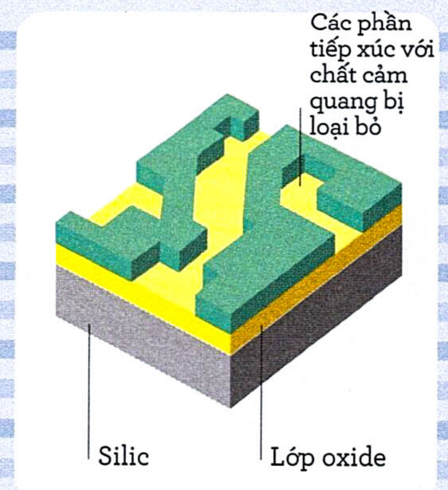
Vi mạch là một mạch điện tích hợp, trong đó tất cả các thành phần và kết nối điện giữa chúng được gắn trên một mảnh vật liệu duy nhất. Mạch điện của vi mạch được khắc vào bề mặt của miếng silic. Các dây dẫn nhỏ được làm từ đồng hoặc các kim loại khác, còn các transistor và linh kiện điện tử có thể được chế tạo bằng cách pha tạp silic (xem trang 88-89) và thêm vào các chất bán dẫn khác.



1 Lớp phủ
Một miếng silic nguyên chất kẻ ô sẽ được làm nóng để tạo ra một lớp oxide mịn trên bề mặt của nó. Sau đó, một lớp phủ có tính nhạy sáng, gọi là chất cảm quang, cũng được thêm vào.



2 Tiếp xúc
Một âm bản cỡ lớn của thiết kế chip được vẽ sẵn trên một vật liệu trong suốt. Sau đó, đèn sẽ chiếu thiết kế lên chất cảm quang. Mỗi tấm kẻ ô có chỗ cho nhiều chip giống hệt nhau.



3 Phát triển
Các bộ phận tiếp xúc với ánh sáng của tấm kẻ ô sẽ bị rửa trôi, để lộ một mẫu hình trên lớp oxide nằm bên dưới. Một số nét của mẫu thiết kế chip chỉ rộng độ vài chục nguyên tử.

Cổng logic

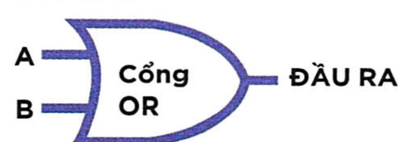
Một mạch tích hợp đưa ra quyết định bằng cách sử dụng kết hợp các transistor và diode để tạo thành các cổng logic. Các cổng logic so sánh các dòng điện đến và gửi đi một dòng điện mới, dựa trên các phép toán logic. Được gọi là Đại số Boolean, loại logic này là một tập hợp các phép toán trong đó câu trả lời luôn luôn là đúng hoặc sai, được biểu thị bằng 1 hoặc 0.

Cổng AND
Thành phần này có hai đầu vào. Nó chỉ bật (đầu ra bằng 1) nếu cả hai đầu vào là 1.



Đầu vào A	Đầu vào B	Đầu ra
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Cổng OR
Ngược với cổng AND, cổng OR luôn xuất ra 1, trừ phi cả hai đầu vào đều bằng 0.



Đầu vào A	Đầu vào B	Đầu ra
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

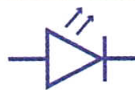


LINH KIỆN ĐIỆN TỬ

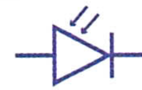
Giống như các thành phần mạch khác, các linh kiện điện tử được thể hiện bằng một bộ ký hiệu. Các nhà thiết kế chip sử dụng chúng khi họ tạo ra các mạch tích hợp mới. Các chip hiện đại có hàng tỷ thành phần, vì vậy các nhà thiết kế sẽ thiết lập kiến trúc cấp cao của chip, rồi sau đó một máy tính sẽ chuyển đổi nó thành một mạch gồm các cổng logic. Phải cần đến hơn một nghìn người để chế tạo và thử nghiệm một thiết kế chip mới.



Diode
Kênh một chiều cho phép dòng điện đi theo một hướng



Diode phát quang
Sử dụng chất bán dẫn để làm cho các electron phát ra ánh sáng màu



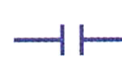
Photodiode
Chỉ tạo ra dòng điện khi ánh sáng chiếu vào nó



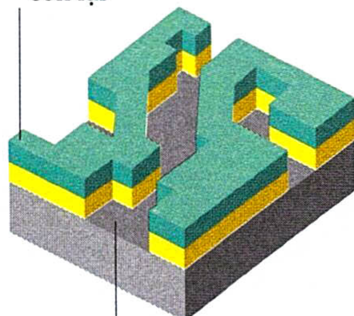
Transistor NPN
Bật khi dòng điện được đặt vào cực nền



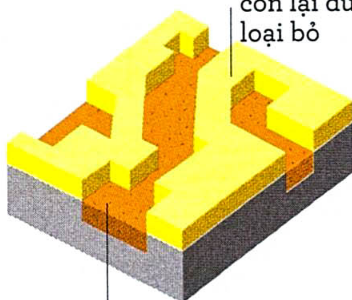
Transistor PNP
Bật khi không có dòng điện đặt vào cực nền



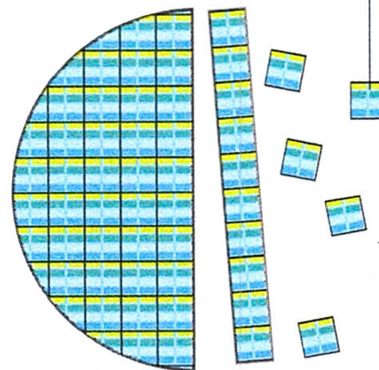
Tụ điện
Lưu trữ điện tích, có thể được giải phóng trở lại vào mạch



4 Khắc
Hóa chất được sử dụng để loại bỏ các phần bị lộ ra của lớp oxide, cắt các kênh dẫn được tạo hình chính xác lên bề mặt của tấm kẻ ô silic.

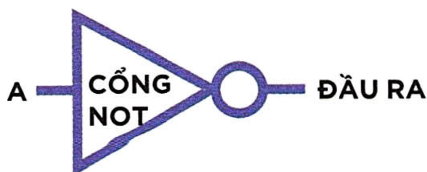


5 Pha tạp
Silic được pha tạp để sở hữu các đặc tính hữu ích và các kênh được đổ đầy các hỗn hợp hóa chất pha chính xác để tạo ra các thành phần trong mạch.



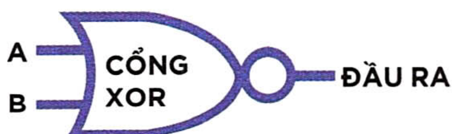
6 Cắt ghép
Các con chip được cắt khỏi tấm kẻ ô và được phủ một lớp nhựa hoặc thủy tinh để bảo vệ. Khi được gắn trên bảng mạch, chúng sẽ kết nối với các chip khác và với nguồn điện.

Cổng NOT
Cổng logic này chuyển đổi giá trị đầu vào, vì vậy nó luôn luôn xuất ra kết quả ngược với đầu vào.



Đầu vào	Đầu ra
0	1
1	0

Cổng XOR
Cổng XOR hay cổng OR đặc biệt, phát hiện sự khác biệt trong các đầu vào và sẽ luôn xuất ra 0 nếu các đầu vào giống nhau.



Đầu vào A	Đầu vào B	Đầu ra
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

HÀNG TRĂM TRIỆU TRANSISTOR LOẠI MỚI NHẤT CÓ THỂ NẰM VỪA GỌN TRÊN ĐẦU MỘT CÂY ĐINH

Các bộ phận cơ bản của máy tính

Các thiết bị đầu vào phổ biến bao gồm chuột, bàn phím và micro. Các thiết bị này chuyển đổi hoạt động của người dùng thành các chuỗi số, rồi gửi chúng đến bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM). Sau đó, thông tin đầu vào, theo thứ tự, sẽ được chuyển đến bộ xử lý trung tâm (CPU), nơi các phép tính được thực hiện dựa trên đầu vào để tạo đầu ra. Đầu ra có thể được lưu trên ổ cứng để sử dụng sau, hoặc có thể được gửi đến thiết bị đầu ra, ví dụ như tín hiệu âm thanh hoặc dưới dạng các chữ cái xuất hiện trên màn hình khi ta gõ bàn phím.

Internet

Dữ liệu và hướng dẫn truy cập trên Internet có thể được sử dụng làm đầu vào cho máy tính. Máy tính cũng có thể xuất đầu ra lên Internet, và dữ liệu người dùng có thể được lưu trữ trên Internet, hay trên "nền tảng đám mây".

INTERNET

MONITOR

LOA

LOA

CPU

ĐẦU VÀO

RAM

ĐẦU RA

Màn hình hiển thị hành động từ các thiết bị đầu vào, như chuyển động chuột

Thông tin đầu vào di chuyển đến RAM

Thông tin lưu trữ trên ổ cứng

Ổ CỨNG

Tín hiệu đầu ra truyền đến thiết bị đầu ra

CASE MÁY TÍNH

Nếu máy in có thiết bị scan thì nó cũng có thể là đầu vào

Lõi máy tính

CPU là bộ não của máy tính. Các máy tính mạnh hơn, nhanh hơn sẽ sử dụng đồng thời nhiều hơn một CPU, và được mô tả là lõi kép hoặc lõi tứ chẳng hạn.

CHUỘT

BÀN PHÍM

MÁY IN

Máy tính hoạt động như thế nào?

Lý giải cách đơn giản, máy tính là một thiết bị nhận tín hiệu đầu vào và biến nó thành tín hiệu đầu ra theo một bộ quy tắc được lập trình sẵn. Sức mạnh thực sự của hệ thống này nằm ở chỗ nó có thể thực hiện các phép tính nhanh và chính xác hơn nhiều so với con người.

MÃ MÁY TÍNH

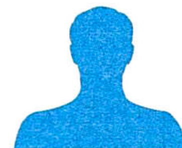
CPU xử lý các dữ liệu chỉ sử dụng hai chữ số 0 và 1, trong các chuỗi 8, 16, 32 hoặc 64. Con người thường đơn giản hóa những mã nhị phân dài thành hệ thập lục phân, một hệ thống đếm sử dụng 16 chữ số: từ 0 đến 9, và các ký tự từ A đến F đại diện cho các số từ 10 đến 15.



1111

HỆ NHỊ PHÂN

= 15



= F

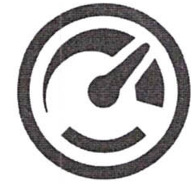
HỆ THẬP LỤC PHÂN



Internet hoạt động như thế nào?

Trong một mạng máy tính, các máy tính được kết nối trực tiếp với nhau, hoặc liên lạc qua các máy tính khác. Internet là một mạng không có điểm kiểm soát trung tâm, thay vào đó, dữ liệu được gửi từ một thiết bị nguồn đến thiết bị nhận.

SIÊU MÁY TÍNH NHANH NHẤT THẾ GIỚI CÓ KHẢ NĂNG TÍNH 93 TRIỆU TỶ PHÉP TÍNH TRONG MỘT GIÂY



1 Tin nhắn
Bất kỳ hình thức nào của lưu lượng truy cập Internet – chẳng hạn như hình ảnh hoặc email – đều có thể được tách ra, và chúng được truyền đi dưới dạng mã kỹ thuật số gồm 1 và 0.

2 Gói dữ liệu
Hình ảnh được phân chia thành các gói theo một bộ quy tắc nhất định, thông thường là Giao thức Điều khiển Truyền vận (TCP).

3 Tiêu đề
Trước khi truyền đi, mỗi gói sẽ được đặt cho tiêu đề chứa thông tin rằng nó đến từ đâu, sẽ được chuyển đi đâu, và vị trí của nó trong hình ảnh gốc.

4 Tuyến
Mỗi gói được định tuyến vật lý qua mạng Internet, được điều khiển bởi một hệ thống gọi là Giao thức Internet (IP), giúp gửi từng gói đến máy chủ Internet gần nhất tiếp theo.

5 Nhận dữ liệu
Các gói được sắp xếp lại và kiểm tra bằng giá trị tổng kiểm, có thể được TCP thêm vào. Tính toán này sẽ kiểm chứng rằng hình ảnh không có lỗi.

Hình ảnh được phân chia thành các gói

Người gửi chọn một hình ảnh

Các gói được truyền đi độc lập theo các tuyến khác nhau

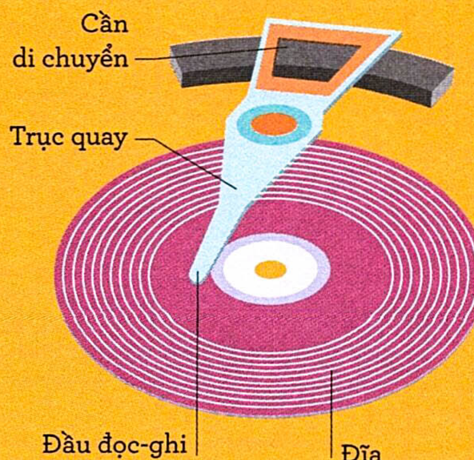
Các gói dữ liệu được kết hợp lại với nhau theo đúng trật tự ban đầu

Mạng Internet kết nối các máy tính với nhau thông qua một thiết bị gọi là bộ định tuyến

Hình ảnh không có lỗi được hiển thị trên màn hình của người nhận

Ổ đĩa cứng

Hầu hết các máy tính để bàn đều sử dụng ổ đĩa cứng (HDD) làm bộ lưu trữ chính. Thiết bị này ghi lại dữ liệu dưới dạng mô hình vật lý của các vùng từ hóa và khử từ. Những mô hình này vẫn sẽ được giữ nguyên khi tắt nguồn điện. Mỗi ổ cứng có một vài đĩa từ với khả năng quay hàng ngàn vòng trong một phút. Một số máy tính đời mới nhất, chẳng hạn như điện thoại và máy tính xách tay mỏng, sử dụng bộ nhớ trạng thái rắn (SSD) thay cho đĩa cứng. SSD lưu trữ dữ liệu trên các chip bộ nhớ được kết nối với nhau.



Đọc và ghi
Mỗi đĩa từ sẽ được quét bởi đầu đọc-ghi. Nam châm điện trên đầu đọc ghi giúp phát hiện các mẫu được lưu trên đĩa và cũng có thể ghi thêm các mẫu mới.

BYTE LÀ GÌ?

Mỗi chữ số trong mã máy tính được gọi là một bit dữ liệu. Chúng thường được xử lý theo chuỗi tám bit và chuỗi tám đó tạo thành một byte dữ liệu. Bốn bit, hoặc nửa byte, được gọi là một nibble.

Thực tế ảo

Suốt nhiều năm qua, công nghệ vẫn chưa thể đáp ứng mong đợi của con người về những gì thực tế ảo (VR) có thể đạt được, và phải đến bây giờ các ứng dụng VR mới trở nên phổ biến. Một chiếc kính VR phải làm rất nhiều điều để thuyết phục người dùng rằng họ đang ở một nơi khác.

Giá đỡ giúp giữ chắc màn hình

Tai nghe cung cấp âm thanh

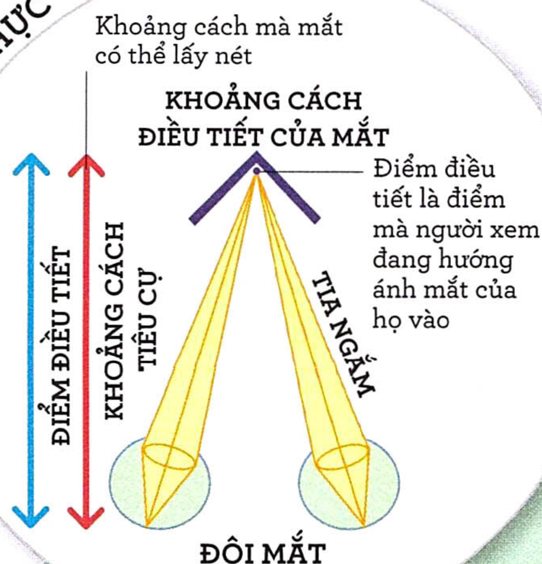
Mặt nạ chắn ánh sáng bên ngoài

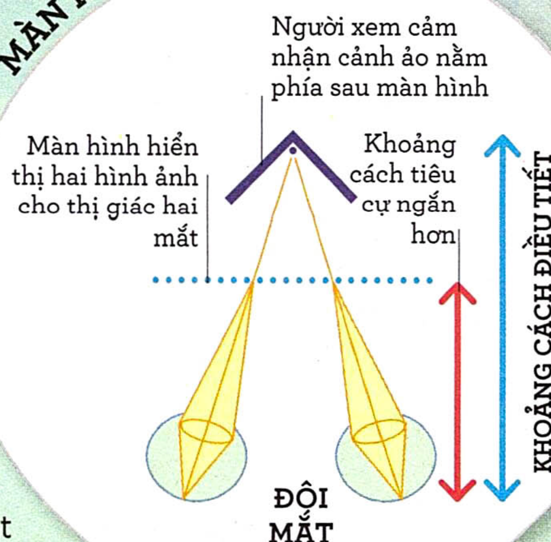
Vị trí màn hình có thể được điều chỉnh để lấy nét

Bộ dò tìm theo dõi phát hiện chuyển động

Bên trong một chiếc kính VR

Thuật ngữ "ảo", khi được sử dụng trong bối cảnh này, đang đề cập đến một thứ không có thật nhưng vẫn có thể xem, thao tác và tương tác như thể nó là thật. Một ví dụ điển hình là hình ảnh ảo được tạo ra trong gương, trong đó các vật thể xuất hiện "phía sau" mặt gương. Kính VR sử dụng màn hình để lấp đầy tầm nhìn của người dùng bằng một phần của cảnh ảo. Di chuyển kính VR trong chế độ xem sẽ làm cảnh tượng thay đổi tương ứng.





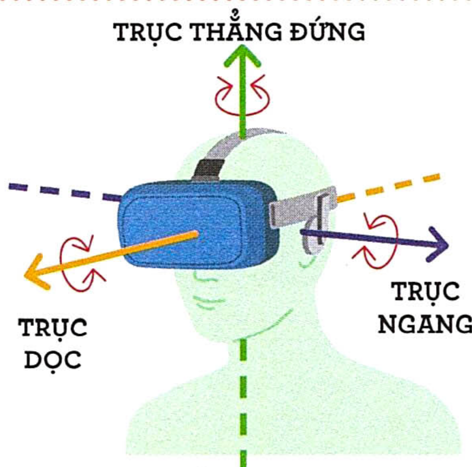
Tầm nhìn hai mắt

Màn hình VR hiển thị hai hình ảnh, một cho mỗi mắt. Mắt phải nhìn thấy một hình ảnh được dịch chuyển sang phải một chút so với mắt trái. Hệ thống này được gọi là soi lập thể, và nó mô phỏng tầm nhìn thực tế để tạo ra ảo ảnh của một cảnh ảo 3D.



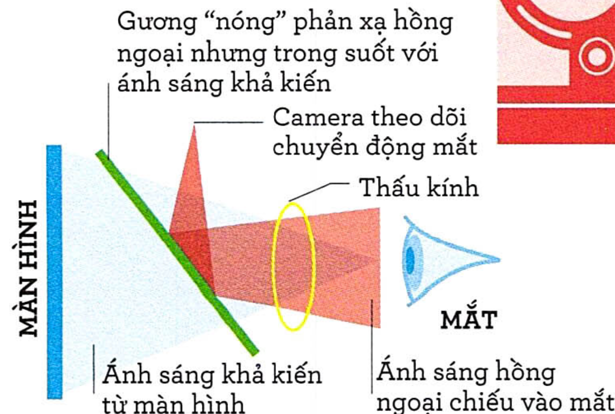
Bộ dò

Để làm cho trải nghiệm trở nên chân thực hơn, kính VR theo dõi chuyển động đầu và mắt của người dùng và thay đổi cảnh hiển thị tương ứng. Điều này có nghĩa là người dùng có thể nhìn xung quanh không gian ảo một cách tự nhiên. Để theo dõi chuyển động của cánh tay và chân người dùng, kính VR có thể sử dụng một thiết bị riêng biệt phát chùm tia hồng ngoại chạm vào cơ thể và đổi hướng từ đó. Điều này cho phép người dùng tương tác nhiều hơn với môi trường ảo xung quanh họ.



Theo dõi chuyển động đầu

Các cảm biến trên kính VR, tương tự cảm biến trong điện thoại thông minh, theo dõi chuyển động của đầu người dùng trên ba trục. Thông tin này được sử dụng để điều chỉnh cảnh ảo trên quy mô lớn.



Theo dõi chuyển động mắt

Mắt người chỉ có thể tập trung vào một phần nhỏ trong một cảnh, vì vậy một số màn hình VR sẽ hiển thị hình ảnh sắc nét nhất tại điểm đó. Ánh sáng hồng ngoại chiếu vào mắt và một camera sẽ phân tích các tia phản xạ để xác định hướng nhìn.

MÀN HÌNH

Hiển thị cùng lúc hai hình ảnh, một hình cho mỗi mắt

MẠCH CHỦ

Bộ xử lý đồ họa mạnh mẽ trên mạch chủ điều khiển hình ảnh hiển thị

VỎ NGOÀI

Thay đổi nhận thức

Kính VR đánh lừa nhận thức của người dùng nhằm giúp họ trải nghiệm một không gian 3D do máy tính tạo ra. Bên cạnh việc sử dụng hình ảnh và âm thanh, các thiết bị "xúc giác" gắn trên găng tay hoặc các bộ phận cơ thể khác cho phép người dùng tiếp xúc và cảm nhận các vật thể ảo.

THỰC TẾ ẢO TĂNG CƯỜNG

Thực tế ảo tăng cường (AR) sử dụng công nghệ tương tự VR, nhưng đồ họa do máy tính AR tạo ra được phủ chồng lên trên cảnh thực. Người dùng AR có thể xem cảnh thông qua nguồn cấp dữ liệu camera trực tiếp – ví dụ như trên điện thoại thông minh – hoặc hình ảnh có thể được chiếu lên màn hình trong suốt, chẳng hạn như một cặp kính.

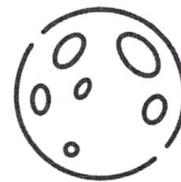


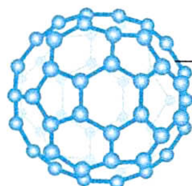
KỸ THUẬT SOI LẬP THỂ ĐƯỢC PHÁT MINH VÀO NĂM 1838 – CÒN TRƯỚC CẢ KỸ THUẬT CHỤP ẢNH

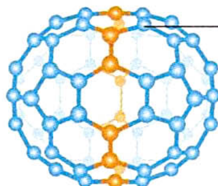
Ống nano

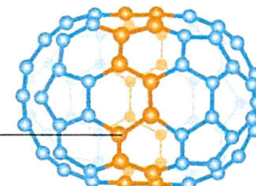
Ống nano carbon là cấu trúc hình trụ có đường kính chỉ vài nanomet. Hiện tại, chúng bị giới hạn ở quy mô milimet, nhưng các ống nano dài hơn có thể tạo ra vật liệu mạnh hơn thép nhiều lần, trong khi vẫn duy trì nhiều đặc tính hữu ích khác như khối lượng riêng nhỏ.

MỘT ỐNG NANO DÀI ĐẾN MẶT TRĂNG CÓ THỂ CUỘN LẠI THÀNH MỘT QUẢ BÓNG TO BẰNG HẠT ANH TÚC





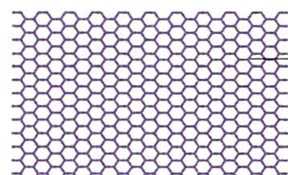


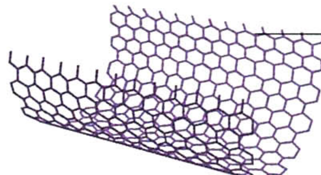


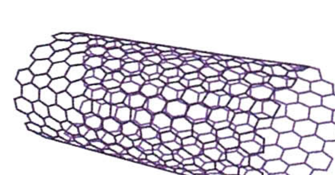
1 Ghép ống nano
Một cách để tạo ra các ống nano là tự ghép chúng. Điểm khởi đầu là một vật liệu có sẵn trong tự nhiên, một quả cầu carbon 60 nguyên tử, gọi là buckyball.

2 Thêm vào các nhóm carbon hình lục giác
Phần lớn quả cầu C_{60} này được cấu tạo từ các nguyên tử carbon nối với nhau thành hình lục giác. Độ dài của buckyball được tăng lên bằng cách thêm nhiều hình lục giác kiểu này hơn.

3 Tăng chiều dài
Các vòng liên tiếp gồm 10 nguyên tử carbon được thêm vào quả cầu. Với chiều dài 1 mm, ống nano sẽ chứa hơn 1.000.000 nguyên tử.



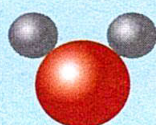




1 Cuộn ống nano
Một phương pháp khác để chế tạo ống nano là cuộn một tấm carbon lục giác, có độ dày một nguyên tử gọi là graphene.

2 Linh hoạt và mạnh mẽ
Graphene rất cứng theo mọi hướng, có nghĩa là nó có thể uốn cong và nắn theo các hình dạng khác nhau – trong trường hợp này, nó được cuộn lại.

3 Cuộn lên
Cuộn một tấm graphene sẽ tạo ra ống nano đơn vách. Các ống nano đa vách được tạo ra bằng cách lồng một ống này bên trong ống khác.

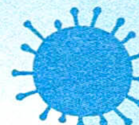
PHÂN TỬ NƯỚC

10^{-1}

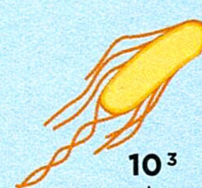
PHÂN TỬ GLUCOSE

1

KHÁNG THỂ

10

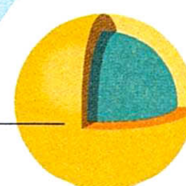
VIRUS

10^2

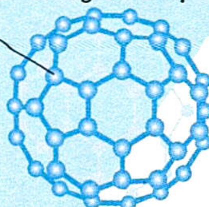
VI KHUẨN

10^3

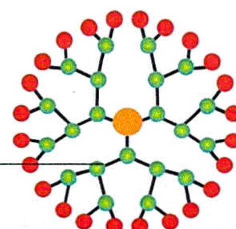
THƯỚC ĐO NANO (nm)

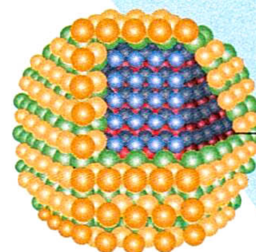
Công nghệ siêu nhỏ

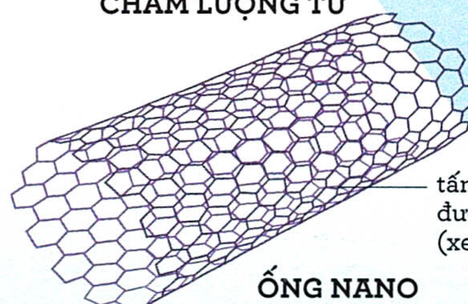
Xét khối lượng của chúng, các hạt nano có diện tích bề mặt rất lớn, có nghĩa là chúng có thể phản ứng rất nhanh. Các hạt nano sở hữu nhiều tính chất độc đáo không được chia sẻ bởi bất kỳ loại hạt tương tự nào ở các quy mô khác. Người ta cũng lo ngại rằng các hạt nano rất nhỏ này có thể gây hại cho cơ thể người khi chúng xâm nhập vào não thông qua mạch máu.











CÁC CẤU TRÚC NANO

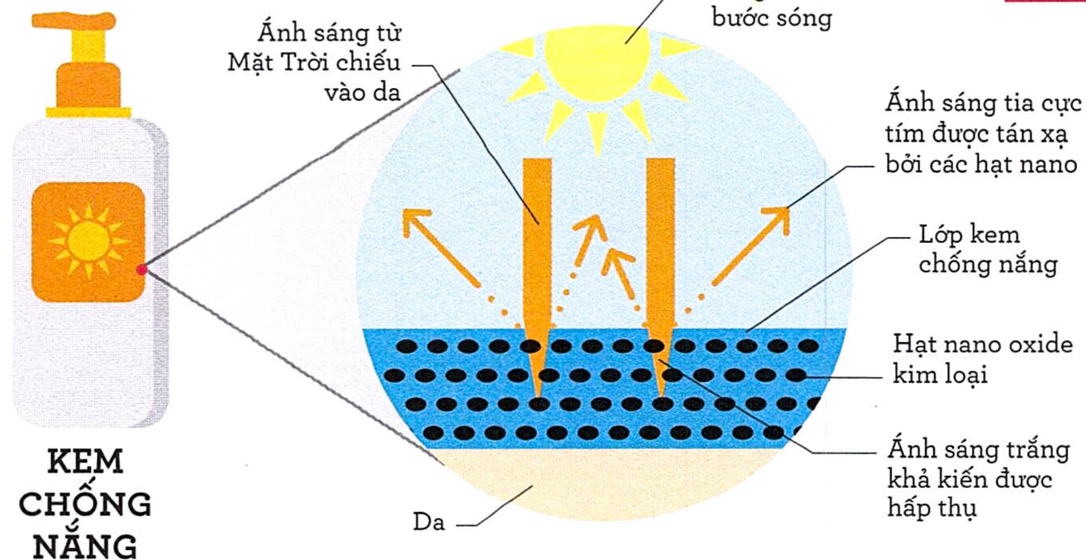


Ứng dụng của công nghệ nano

Công nghệ nano sẽ làm thay đổi tương lai của xây dựng, y học và điện tử. Một giả thuyết cho rằng những cỗ máy nhỏ bé được gọi là nanobot có thể hoạt động trong cơ thể, mang theo thuốc chữa bệnh. Một đề xuất khác là các công cụ nano có thể lắp ráp vật thể bằng cách ghép từng phân tử lại với nhau. Những công nghệ này còn phải chờ thêm nhiều thập niên nữa, nhưng vật liệu nano thì đã được đưa vào sử dụng. Ví dụ, kính chống trầy xước được làm cứng bằng một lớp hạt nano nhôm silicat, chỉ dày vài nanomet và vì vậy hoàn toàn trong suốt.

Kem chống nắng trong suốt

Các hạt nano của oxide kẽm và titan được sử dụng trong kem chống nắng. Các tinh thể siêu nhỏ giúp tán xạ các tia gây hại ra khỏi da.





TIVI OLED

Công nghệ Diode phát quang hữu cơ (Organic Light-Emitting Diode, OLED) tạo ra ánh sáng bằng cách điện khí hóa một lớp phân tử. Màn hình OLED mỏng và linh hoạt.



Máy tính nhỏ hơn

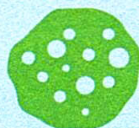
Các ống nano có dạng như dây dẫn và chấm lượng tử có thể sớm được tích hợp vào các vi mạch, làm cho chúng nhỏ hơn và mạnh hơn.



Cấu trúc lớn

Thêm ống nano vào các thành phần xây dựng làm cho chúng bền hơn nhiều, có thể cho phép xây dựng các cấu trúc lớn hơn nhiều trong tương lai.

TẾ BÀO UNG THƯ



10^4

ĐẦU BÚT CHÌ



10^5

DẤU CHẤM



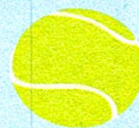
10^6

ĐỒNG XU



10^7

BÓNG TENNIS



10^8

Công nghệ nano

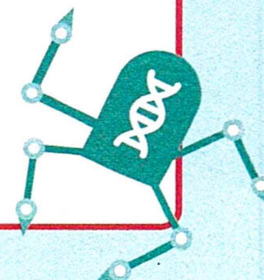
Bấy lâu nay, thu nhỏ đã luôn là một mục tiêu của kỹ thuật. Công nghệ nano nhằm mục đích xây dựng những cỗ máy siêu nhỏ bằng cách lắp ráp chúng từ các nguyên tử và phân tử riêng lẻ.

Kích thước nano

Tiền tố "nano" có nghĩa là "một phần tỷ" – tức là có một tỷ nanomet (nm) trong một mét, và để dễ hình dung hơn, dấu chấm này . rộng khoảng một triệu nanomet. Cỗ máy nano, hay nanobot, là những cỗ máy mà về mặt lý thuyết có khả năng hoạt động ở cấp độ nano, và có thể rộng chừng 10 đến 100 nm.

SỬ DỤNG ADN

Một đặc tính hữu ích của ADN là nó có thể tạo ra các bản sao của chính nó, trong đó một mạch ADN đóng vai trò là mẫu cho các bản sao. Khả năng tự sao chép này có thể được vận dụng để tạo ra các thiết bị có kích thước nano làm từ ADN, mà theo lý thuyết, chúng có thể thay đổi hình dạng và hoạt động giống như máy móc.



Robot và tự động hóa

Robot là một cỗ máy được chế tạo để thực hiện các hoạt động phức tạp. Nó có thể được vận hành từ xa bởi một con người, nhưng thông thường robot được thiết kế để hoạt động tự động.

Robot dùng để làm gì?

Các bộ phận của một robot có thể di chuyển độc lập theo các hướng khác nhau. Điều này cho phép robot thực hiện một số hoạt động nhất định cần thiết để hoàn thành một nhiệm vụ phức tạp mà nếu không có nó thì buộc phải có một công nhân. Ứng dụng của robot chủ yếu giới hạn trong các lĩnh vực mà chúng có lợi thế rõ ràng so với con người, chẳng hạn như làm việc ở những nơi nguy hiểm hoặc thực hiện các nhiệm vụ lặp đi lặp lại.

LIỆU ROBOT SẼ THAY THẾ CON NGƯỜI?

Robot cơ học được thiết kế cho một số lượng nhỏ các nhiệm vụ cụ thể, và cho đến nay, chúng ta vẫn còn rất xa với việc tạo ra một cỗ máy đa năng như cơ thể con người.

Nhiệm vụ lặp đi lặp lại

Robot lắp ráp được lập trình để thực hiện một công việc lặp đi lặp lại nhiều lần. Chúng không bao giờ cảm thấy mệt mỏi hay buồn chán, nhưng chúng cũng chẳng thể thay đổi hành động của mình nếu gặp phải những vấn đề không lường trước được.

Cánh tay lớn có thể nâng vật nặng

SẢN XUẤT

Khu vực nguy hiểm

Các phương tiện robot, như robot xử lý bom, được đưa đến những nơi quá nguy hiểm đối với con người. Những cỗ máy này sẽ gửi thông tin lại cho một người điều khiển.

Theo dõi chuyển động trên địa hình gồ ghề

CỨU TRỢ

Actroid

Nhiều kỹ sư đã cố gắng chế tạo những cỗ máy mô phỏng hình dạng con người. Một phát triển gần đây trong lĩnh vực này là Actroid, một robot có làn da mềm mại, như thật, có thể nhận ra và phản ứng với lời nói và nét mặt. Tuy nhiên, các nhà thiết kế robot đang tranh cãi về hiện tượng "thung lũng kỳ lạ", một hiện tượng tâm lý khiến cho các bản sao vô tri của con người trông thật kỳ lạ, thậm chí đáng sợ, đặc biệt khi chúng trông càng giống con người.



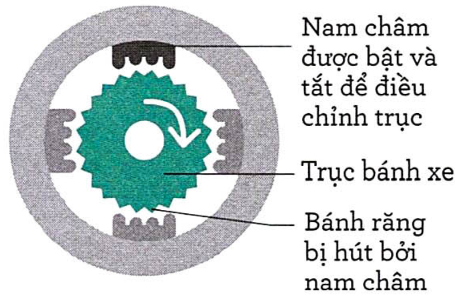


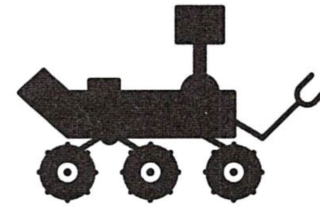




ĐỘNG CƠ BƯỚC

Việc các khớp của robot có thể uốn cong hoặc xoay phụ thuộc nhiều vào một loại động cơ gọi là động cơ bước. Động cơ này sử dụng một loạt các nam châm điện, mỗi nam châm di chuyển một trục một vài độ mỗi lần. Kết quả là, động cơ có khả năng thực hiện thao tác rất chính xác.

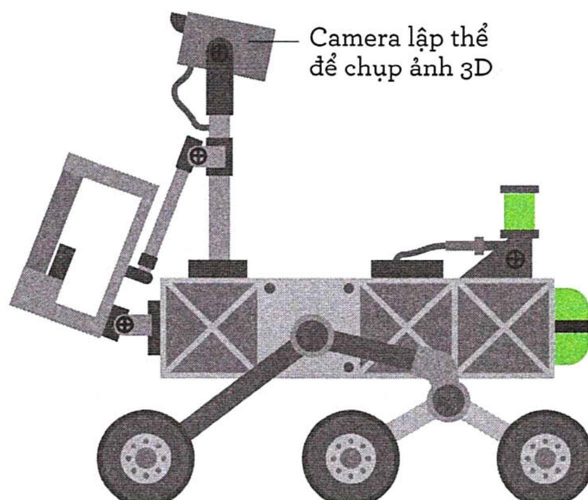




CÁNH TAY CỦA XE THÁM HIỂM SAO HỎA CURIOSITY CÓ THỂ LẤY MẪU ĐỂ PHÂN TÍCH TỪ KHOẢNG CÁCH 7 M

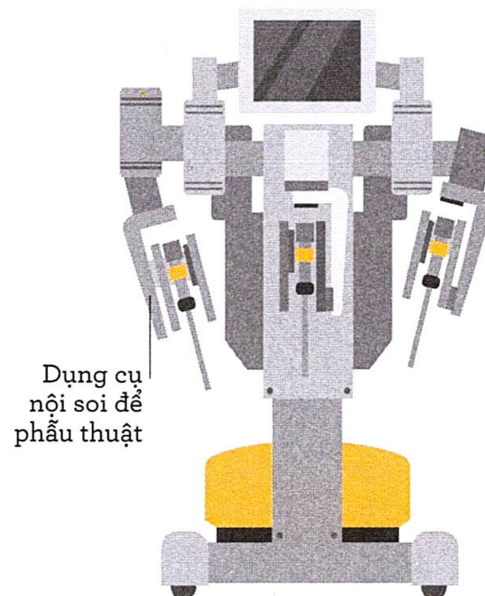
Hành tinh khác

Các phòng thí nghiệm khoa học di động, chẳng hạn như xe thám hiểm Sao Hỏa, tuân theo chỉ dẫn của người vận hành, nhưng cũng có thể phản ứng tự động trước nguy hiểm.



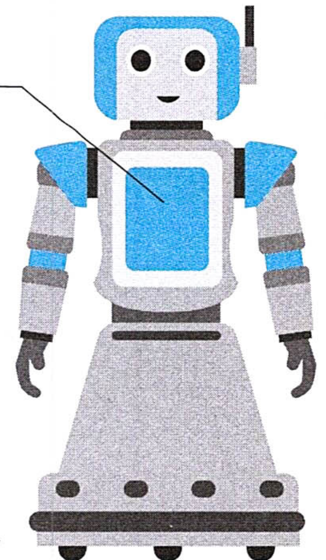
Nhiệm vụ yêu cầu độ chính xác cao

Robot phẫu thuật có thể tiến hành quy trình phẫu thuật cực kỳ chính xác, hoặc theo hướng dẫn trực tiếp của bác sĩ, hoặc theo trình tự được lập trình trước.



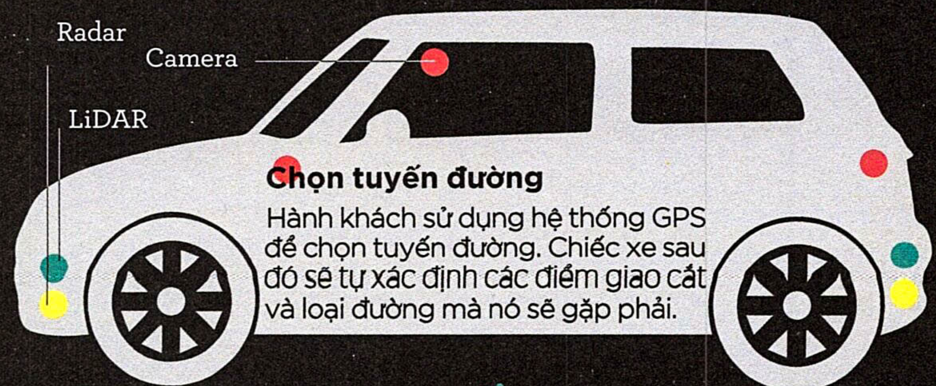
Công việc chân tay

Robot dọn dẹp và mang vác một ngày nào đó có thể thay thế con người, mặc dù việc thiết kế một robot như vậy là rất khó.



Xe không người lái

Những chiếc xe tự động điều hướng trên đường và phản ứng với môi trường xung quanh cũng được xem là một loại robot. Các thành phần robot của xe giúp vận hành bánh lái và van tiết lưu, nhưng thành công của một chiếc xe không người lái nằm ở khả năng diễn giải vị trí của nó và những gì đang xảy ra xung quanh nó. Các hệ thống máy dò khác nhau được sử dụng để tạo ra một cảm nhận tổng thể, đầy đủ về môi trường xung quanh.



Chọn tuyến đường

Hành khách sử dụng hệ thống GPS để chọn tuyến đường. Chiếc xe sau đó sẽ tự xác định các điểm giao cắt và loại đường mà nó sẽ gặp phải.

Camera

Tìm đường, biển báo và các loại vạch kẻ, đánh dấu khác.

Radar

Xác định hướng và tốc độ của vật di chuyển hoặc đứng yên.

LiDAR

Máy dò sử dụng laser để xác định kích thước và hình dạng của các vật thể.

Trí tuệ nhân tạo

Trí tuệ có thể được định nghĩa là khả năng đưa ra quyết định đâu là phản ứng phù hợp với các điều kiện hiện hành. Một trong những mục tiêu của khoa học máy tính là chế tạo các thiết bị sử dụng trí tuệ nhân tạo (AI).

Yếu hay mạnh?

Hầu hết các AI đều yếu; chúng không thể hoạt động bên ngoài các tiêu chí do lập trình viên đã đặt ra sẵn cho chúng. Một AI mạnh cần có khả năng linh hoạt hơn – nó phải làm được hầu hết mọi thứ mà bộ não con người có thể. Nó phải đủ thông minh để biết rằng mình chưa biết điều gì đó, và sau đó học về điều đó.

LIỆU AI CÓ THỂ THỐNG TRỊ CHÚNG TA?

AI khó mà vượt qua trí thông minh của con người trong một thời gian dài nữa, nhưng chúng ta sẽ dựa vào AI để đưa ra quyết định cho mình – mà chẳng hiểu chúng làm điều đó như thế nào.

YẾU



AI hẹp

Một công cụ đưa ra gợi ý, chẳng hạn như bảng nội dung trên mạng xã hội, là một AI hẹp. Nó có thể tìm kiếm và lựa chọn các mục liên quan tới những nội dung bạn đã xem trước đó.



Chuyên gia

Một máy tính chơi cờ vua là một hệ thống chuyên gia. Nó quyết định nước cờ của mình bằng cách tham khảo cơ sở dữ liệu mà một chuyên gia cờ đã biên soạn sẵn.



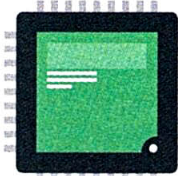
Nhận dạng giọng nói

Một trợ lý ảo kích hoạt bằng giọng nói sẽ học cách nhận dạng các từ và phân tích các cụm từ để đưa ra câu trả lời tốt nhất. Tuy nhiên, nó không hề hiểu ý nghĩa của các từ đó.



AI tổng quát

Watson của IBM là một hệ thống máy tính có khả năng giải quyết một loạt vấn đề, từ tham gia gameshow đến tư vấn cho các bác sĩ, tất cả đều dựa trên cùng một khung hoạt động. Đây có lẽ là ví dụ gần nhất ta có về một AI tổng quát.



Điện toán lượng tử

Tương lai của AI có thể nằm ở điện toán lượng tử, nơi một loại bộ xử lý mới sẽ có thể xử lý nhiều dữ liệu hơn so với các siêu máy tính ngày nay.

MẠNH

Các loại trí tuệ nhân tạo

Ý tưởng phổ biến nhất về AI là một thiết bị phi con người có trí thông minh gần giống với trí thông minh của chúng ta. Tuy nhiên, vẫn còn rất xa để tạo ra một AI với khả năng hoạt động như vậy (giả như điều đó có thể xảy ra). Các AI ngày nay vẫn chỉ tập trung vào một phạm vi hẹp gồm các nhiệm vụ rất cụ thể. Dẫu là vậy, chúng có thể thực hiện những nhiệm vụ đó nhanh hơn và chính xác hơn nhiều so với trí tuệ con người.

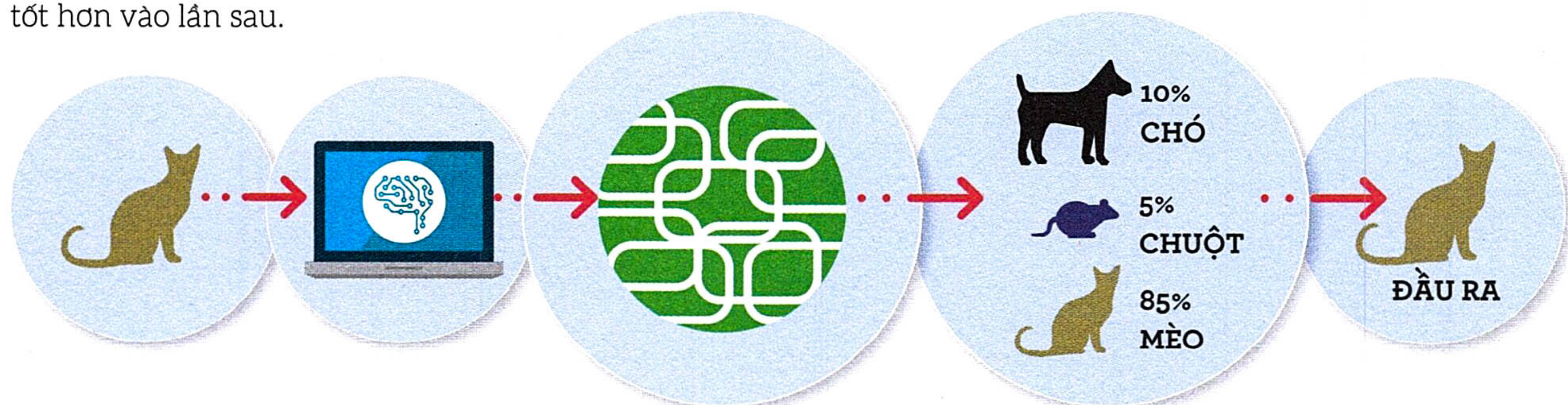


Học máy

Cho phép một hệ thống máy tính học cách điều chỉnh hành vi của chính nó để đáp lại các tình huống mới được gọi là học máy. Khái niệm này liên quan đến một mạng thần kinh nhân tạo, lấy cảm hứng từ các tế bào liên kết với nhau trong não của động vật học bằng cách xử lý thông tin và sử dụng chúng để đưa ra những suy đoán dựa trên thông tin. Nếu sai, nó sẽ điều chỉnh dự đoán của mình để có thể làm tốt hơn vào lần sau.

Thử-sai

Trong quá trình học máy có giám sát, người phát triển sẽ cho hệ thống biết kết quả đầu ra của nó có chính xác hay không. Hệ thống áp dụng và thay đổi các trọng số, hay độ lệch, của các nút trong mạng để đạt được đầu ra chính xác.



1 Đầu vào Hệ thống nhập một hình ảnh vào "mạng thần kinh" dưới dạng một mẫu gồm các pixel có cường độ màu khác nhau.

2 Học Mục tiêu của máy tính là xác định được giữa các pixel các mẫu mà nó liên hệ với các động vật khác nhau. Ban đầu, nó sẽ chỉ đơn giản là đoán ngẫu nhiên.

3 Phân tích Dữ liệu về các pixel đi qua các lớp trong mạng thần kinh nhân tạo. Mỗi lớp phân tích các mẫu pixel thêm chi tiết.

4 Máy học Sau nhiều nỗ lực học tập (có thể là hàng trăm thậm chí hàng tỷ lần), mạng thần kinh trở nên giỏi hơn trong việc nhận ra các mẫu pixel có thể đại diện cho một con chó, một con mèo hoặc một con chuột.

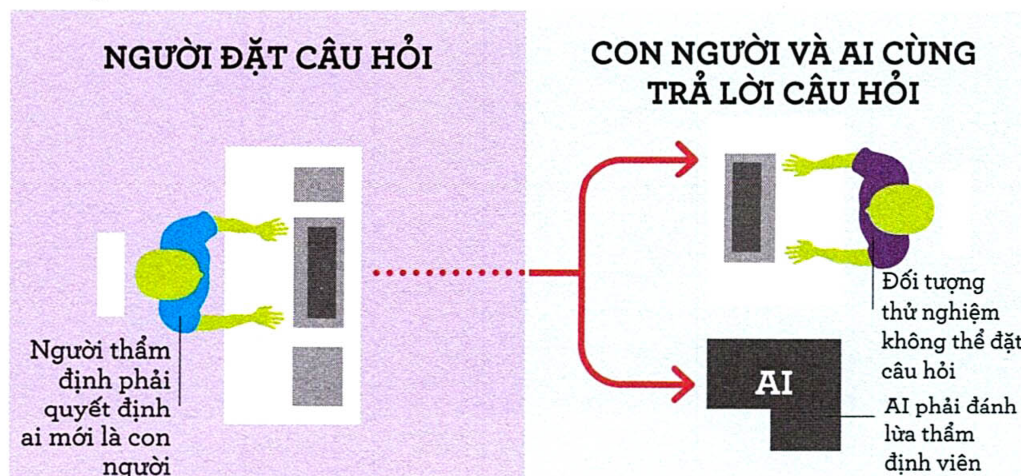
5 Đưa vào sử dụng Sau khi hệ thống AI đã học xong nhiệm vụ của mình, nó có thể được sử dụng để phân tích hình ảnh – hoặc thực hiện một nhiệm vụ đã học khác – một cách tự động.

Phép thử Turing

Một trong những người tiên phong trong ngành khoa học máy tính, Alan Turing, đã đề xuất một bài kiểm tra xem máy tính có thông minh hay không. Một người thẩm định sẽ cùng lúc trò chuyện qua văn bản với một máy tính và một người kiểm chứng khác. Nếu người thẩm định không thể biết đâu là con người và đâu là máy tính, thì máy tính đã vượt qua phép thử Turing.

Phép thử không nhìn mặt

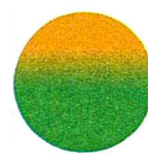
Người thẩm định không thể biết họ đang nói chuyện với ai. Trong các bài kiểm tra nâng cao hơn, thẩm định viên còn đưa ra hình ảnh và nói chuyện với các đối tượng thử nghiệm.





BIT LƯỢNG TỬ

Các máy tính cổ điển sử dụng các chữ số nhị phân (bit), lưu trữ một mẩu dữ liệu tại một thời điểm – 1 hoặc 0. Máy tính lượng tử sử dụng các bit lượng tử hay qubit, với cơ hội mang giá trị 1 hoặc 0 là 50:50, và do đó, nó chứa hai bit dữ liệu cùng một lúc. Sức mạnh của điện toán lượng tử đến từ việc sử dụng các qubit cùng nhau; một bộ xử lý 32 qubit có thể xử lý 4.294.967.296 bit cùng một lúc.



Sóng

Sóng là dao động – hay chuyển động nhịp nhàng – được tìm thấy trong tự nhiên. Ánh sáng và âm thanh đều là ví dụ tiêu biểu về sóng. Mặc dù chúng xuất hiện dưới các dạng thức khác nhau, tất cả các sóng đều chia sẻ một số đặc tính và biểu hiện.

Phân loại sóng

Sóng là một ví dụ về năng lượng di chuyển từ nơi này sang nơi khác. Tất cả các sóng đều có biểu hiện cơ bản giống nhau, sinh ra do chuyển động dao động của chúng và chuyển động đó có thể phát sinh dưới ba dạng. Âm thanh là một sóng dọc. Ánh sáng và các loại bức xạ khác là sóng ngang và không cần môi trường để truyền qua. Sóng biển là một ví dụ về dạng thứ ba phức tạp hơn, được gọi là sóng mặt, hay sóng địa chấn.

Sóng mặt

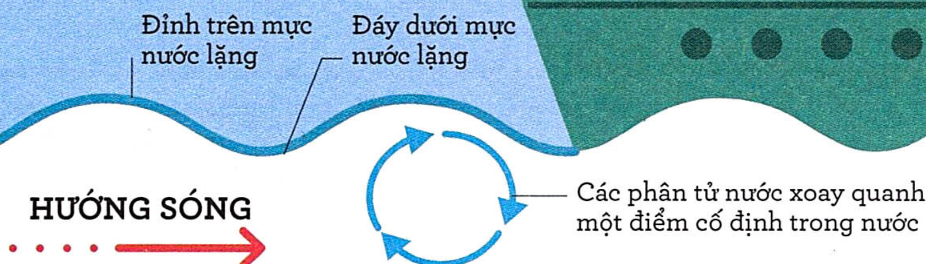
Nước trong sóng mặt không di chuyển về phía trước cùng với ngọn sóng. Thay vào đó, nước gần bề mặt chuyển động thành các vòng, tạo ra các đỉnh và đáy có chiều cao bằng nhau, tính theo mực nước trong điều kiện tĩnh.

SÓNG BIỂN ĐẾN TỪ ĐÂU?

Gió có thể tạo ra sóng trên đại dương bằng cách thổi qua mặt nước. Ma sát đẩy nước dâng thành ngọn, nhờ đó lại bắt được nhiều gió hơn.

TIẾNG CÒI TÀU BIỂN

Các phân tử không khí loãng dần, hay lan rộng ra, thành vùng áp suất thấp

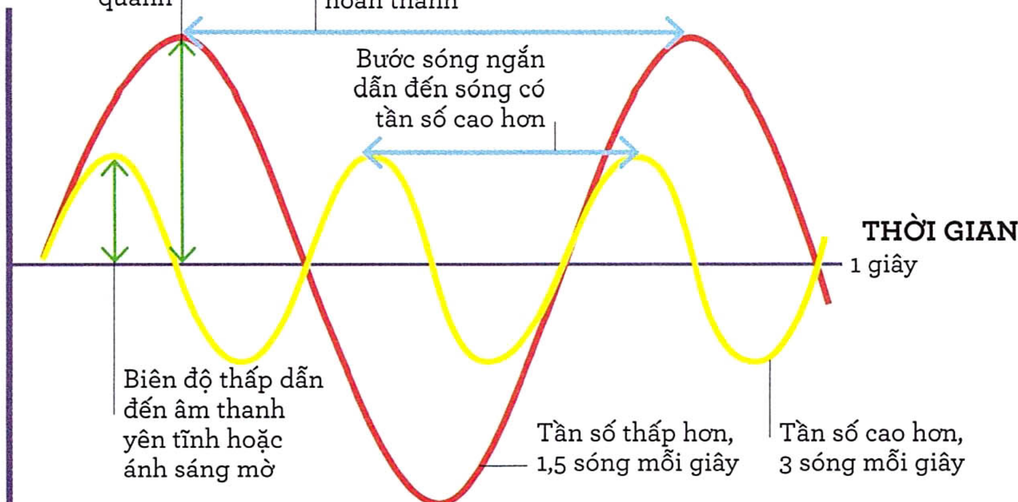


Phương trình sóng

Nếu tốc độ sóng không đổi, việc tăng bước sóng sẽ làm giảm tần số và ngược lại.

Đo sóng

Tất cả các sóng, dưới bất kỳ hình thức nào, đều có thể được đo bằng cùng một thang đo. Bước sóng là khoảng cách được tạo ra bởi một dao động hoàn chỉnh của sóng. Cách dễ nhất để xác định khoảng cách này là đo từ đỉnh sóng này đến đỉnh sóng tiếp theo. Tần số sóng là số bước sóng xảy ra trong mỗi giây và được đo bằng hertz (Hz). Biên độ sóng tương đương với chiều cao của sóng và biểu thị cho năng lượng sóng, hoặc lượng năng lượng được truyền theo thời gian.





HƯỚNG SÓNG

Sóng dao động xung quanh một điểm trung tâm

Dao động nằm vuông góc với hướng sóng

Sóng ngang
Dao động của sóng ngang vuông góc với hướng của sóng – chẳng hạn, lên và xuống, hoặc trái và phải. Trong một sóng ánh sáng, dao động sóng xảy ra do chuyển động trong trường điện từ.

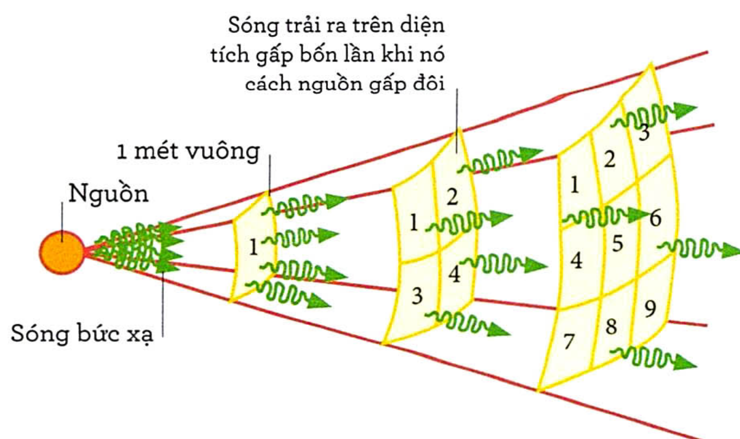
Các phân tử không khí nén lại thành vùng áp suất cao

HƯỚNG SÓNG

Sóng dọc
Tất cả các sóng dọc, chẳng hạn như sóng âm thanh, đòi hỏi một môi trường để truyền qua. Dao động nằm trong cùng mặt phẳng với chuyển động của sóng và tạo ra các vùng có áp suất cao và thấp (nén và loãng).

Lan truyền sóng

Sóng lan ra từ một nguồn theo mọi hướng, miễn là không có gì cản đường nó. Cường độ sóng, hoặc nồng độ năng lượng của sóng, giảm khi nó di chuyển ra xa khỏi nguồn. Việc giảm cường độ – làm cho âm thanh lặng dần và ánh sáng mờ hơn – tuân theo luật bình phương nghịch đảo. Chẳng hạn, với mỗi lần nhân đôi khoảng cách, cường độ sóng giảm xuống bốn lần.



Ảnh hưởng giảm dần
Cường độ sóng giảm đi rất nhanh. Khoảng cách từ nguồn tăng lên gấp ba, cường độ sẽ giảm đi 9 lần. Khoảng cách từ nguồn tăng lên 100 lần, cường độ giảm đi 10.000 lần.

SÓNG ĐỔ

Sóng biển đổ xuống khi biển trở nên quá cạn để có thể nước lưu thông theo vòng tròn (xem trang 233). Khi sóng đi vào vùng nước nông, nước xoay tròn dâng lên thành một đỉnh cao hơn, thon dài hơn. Ngọn sóng nặng dần và sóng bắt đầu đổ.



SÓNG XÔ VÀO BỜ

Từ sóng vô tuyến đến tia gamma

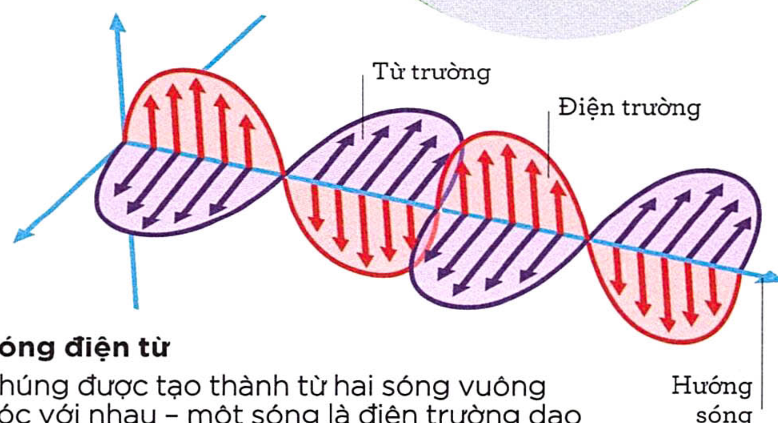
Tất cả mọi thứ chúng ta nhìn thấy xung quanh mình đều là một mẫu ánh sáng khả kiến chạm đến mắt ta dưới dạng sóng. Nhưng những tia nhìn thấy được chỉ là một phần trong phổ sóng điện từ rộng hơn mang năng lượng từ nơi này sang nơi khác.

LÒ VI SÓNG CÓ NGUY HIỂM HAY KHÔNG?

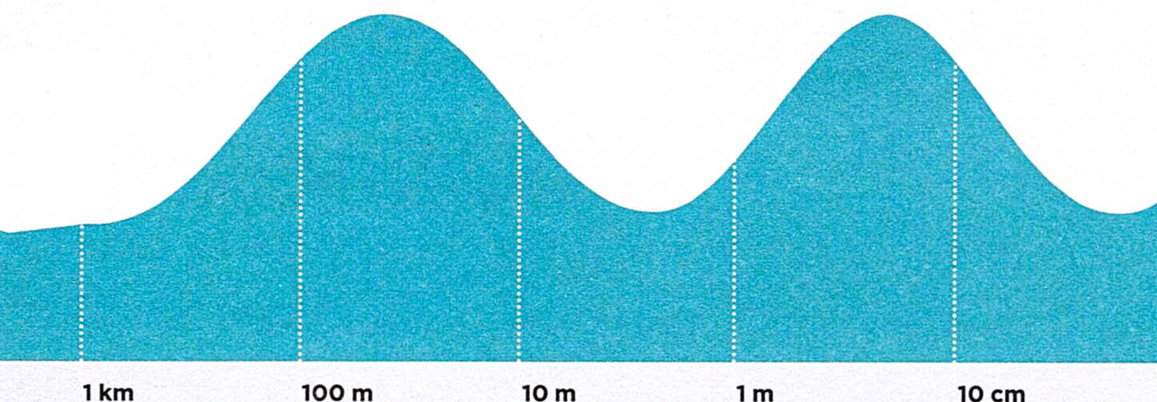
Vi sóng mạnh có thể thiêu cháy bạn, nhưng những vi sóng yếu thì vô hại. Lò vi sóng được thiết kế để vi sóng luôn chỉ ở trong lò mà thôi.

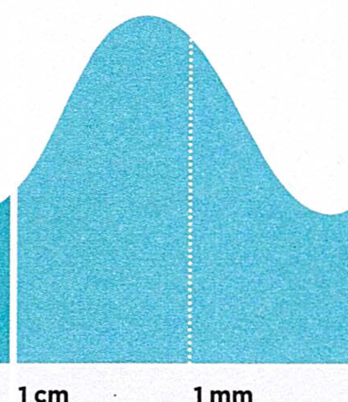
Bức xạ điện từ

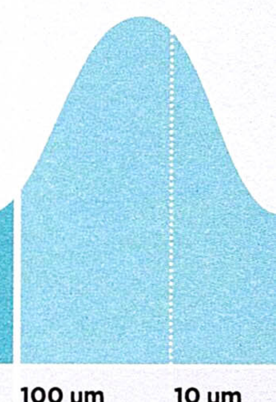
Năng lượng có thể được truyền đi bằng bức xạ điện từ. Nó có dạng sóng gợn cả trái-phải và lên-xuống. Hai thành phần của sóng dao động cùng pha – các đỉnh và đáy của chúng xuất hiện trong một chuyển động đều và xếp thẳng hàng với nhau. Bước sóng có thể khác nhau, nhưng sóng sẽ luôn truyền qua không gian trống với tốc độ ánh sáng.



Sóng điện từ
Chúng được tạo thành từ hai sóng vuông góc với nhau – một sóng là điện trường dao động, và sóng còn lại là từ trường dao động.





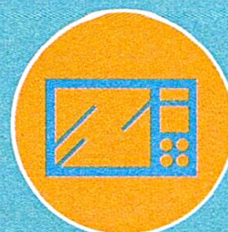


Phổ điện từ

Ta nhận thấy một số sóng điện từ dưới dạng ánh sáng khả kiến. Chúng gồm một dải màu, mỗi màu có bước sóng riêng từ đỏ đến tím. Nhưng phổ điện từ còn rộng hơn ánh sáng khả kiến rất nhiều. Các sóng có bước sóng dài bao gồm tia hồng ngoại mang năng lượng nhiệt, đến vi sóng và sóng vô tuyến. Các sóng có bước sóng ngắn hơn có thể kể đến tia cực tím, tia X và tia gamma.



Kính viễn vọng vô tuyến
Một ăng ten đĩa có thể được sử dụng để phát hiện sóng vô tuyến phát ra từ các ngôi sao xa xôi.



Lò vi sóng
Thực phẩm được làm nóng khi vi sóng năng lượng cao kích thích các phân tử nước bên trong chúng.



Điều khiển từ xa
Điều khiển từ xa sử dụng các xung bức xạ hồng ngoạ để truyền mã điều khiển kỹ thuật số.



Phát thanh kỹ thuật số

Máy phát vô tuyến tương tự phát ra tín hiệu mà về cơ bản là các gợn sóng được thêm vào sóng vô tuyến bình thường. Các sóng vô tuyến khác nhau có thể giao thoa với nhau và điều này có thể làm biến dạng sóng tương tự. Máy phát thanh kỹ thuật số chuyển đổi âm thanh thành mã kỹ thuật số, điều đó đồng nghĩa rằng chỉ cần các mã này được truyền đi thì có thể được chuyển đổi thành tín hiệu rõ ràng.

TỐC ĐỘ ÁNH SÁNG TRONG CHÂN KHÔNG LÀ 299.792.458 M MỖI GIÂY

Âm thanh chất lượng cao

Sóng âm thanh được chuyển đổi thành một chuỗi số trước khi truyền đi. Một máy thu kỹ thuật số sau đó sẽ giải mã các số này, biến chúng trở lại thành một dạng thức có thể phát qua loa.

Âm thanh được thu dưới dạng thay đổi liên tục hoặc tín hiệu tương tự

Âm thanh được chuyển đổi thành tín hiệu số bằng bộ chuyển đổi tương tự sang số

Tín hiệu số chỉ bao gồm hai trạng thái, 1 hoặc 0

Máy phát gửi các luồng 1 và 0 qua không khí

Tín hiệu kỹ thuật số được phát trên một dải tần số rộng để tránh nhiễu

Máy thu kỹ thuật số giải mã các luồng 1 và 0 để chuyển chúng thành âm thanh

1 0 1 1 0 1 0 1 1 1 0 0 0 1

NGUỒN — SÓNG ÂM THANH — TÍN HIỆU KỸ THUẬT SỐ — TRẠM TRUYỀN TÍN HIỆU — RADIO

KHẢ KIẾN — TIA CỰC TÍM — TIA X — TIA GAMMA

1 µm — 100 nm — 10 nm — 1 nm — 0,01 nm — 0,01 nm — 0,001 nm — 0,0001 nm — 0,00001 nm

BƯỚC SÓNG

Mắt người
Mắt chúng ta có thể nhìn thấy một phổ hẹp các bước sóng dưới dạng quang phổ có màu.

Khử trùng
Một số bước sóng nhất định của tia cực tím (UV) có thể được sử dụng để tiêu diệt vi khuẩn và vệ sinh các vật thể.

X-quang nha khoa
Tia X bước sóng ngắn đi qua mô để lộ răng bên dưới.

Điện hạt nhân
Năng lượng của bức xạ gamma từ các phản ứng hạt nhân được sử dụng để tạo ra điện.

Sử dụng bức xạ điện từ

Cho đến thập niên 1880, tia hồng ngoại, tia khả kiến và tia cực tím là những dạng bức xạ điện từ duy nhất được phát hiện. Nhưng công nghệ hiện đại đã cho phép ta khai thác toàn bộ phổ điện từ.

Màu sắc

Màu sắc là một hiện tượng được tạo ra bởi mắt và hệ thống thị giác cho phép chúng ta nhìn thấy các bước sóng ánh sáng khác nhau. Màu sắc ta nhận thấy phụ thuộc vào bước sóng ánh sáng mà mắt ta phát hiện.

TẠI SAO CHÚNG TA KHÔNG THỂ THẤY ĐƯỢC MÀU SẮC VÀO BAN ĐÊM?

Đêm tối khiến tế bào hình nón nhạy cảm với màu không thể hoạt động. Thay vào đó, các tế bào que hoạt động mạnh hơn giúp hiển thị hình ảnh thành những vùng sáng và tối.

Phổ khả kiến

Mắt người có thể phát hiện ánh sáng với bước sóng nằm trong khoảng từ 400 đến 700 nanomet. Ánh sáng chứa tất cả các bước sóng này mang màu trắng với mắt người. Khi ánh sáng được phân chia thành các bước sóng riêng lẻ, não sẽ chỉ định cho mỗi sóng một màu cụ thể trong phổ màu. Ánh sáng đỏ có bước sóng dài nhất và ánh sáng tím có bước sóng ngắn nhất.

Phân tách ánh sáng trắng

Nếu các bước sóng trong ánh sáng trắng bị phân tách bởi khúc xạ, thì mỗi màu sẽ bị bẻ theo một góc nhất định, tạo ra cầu vồng.

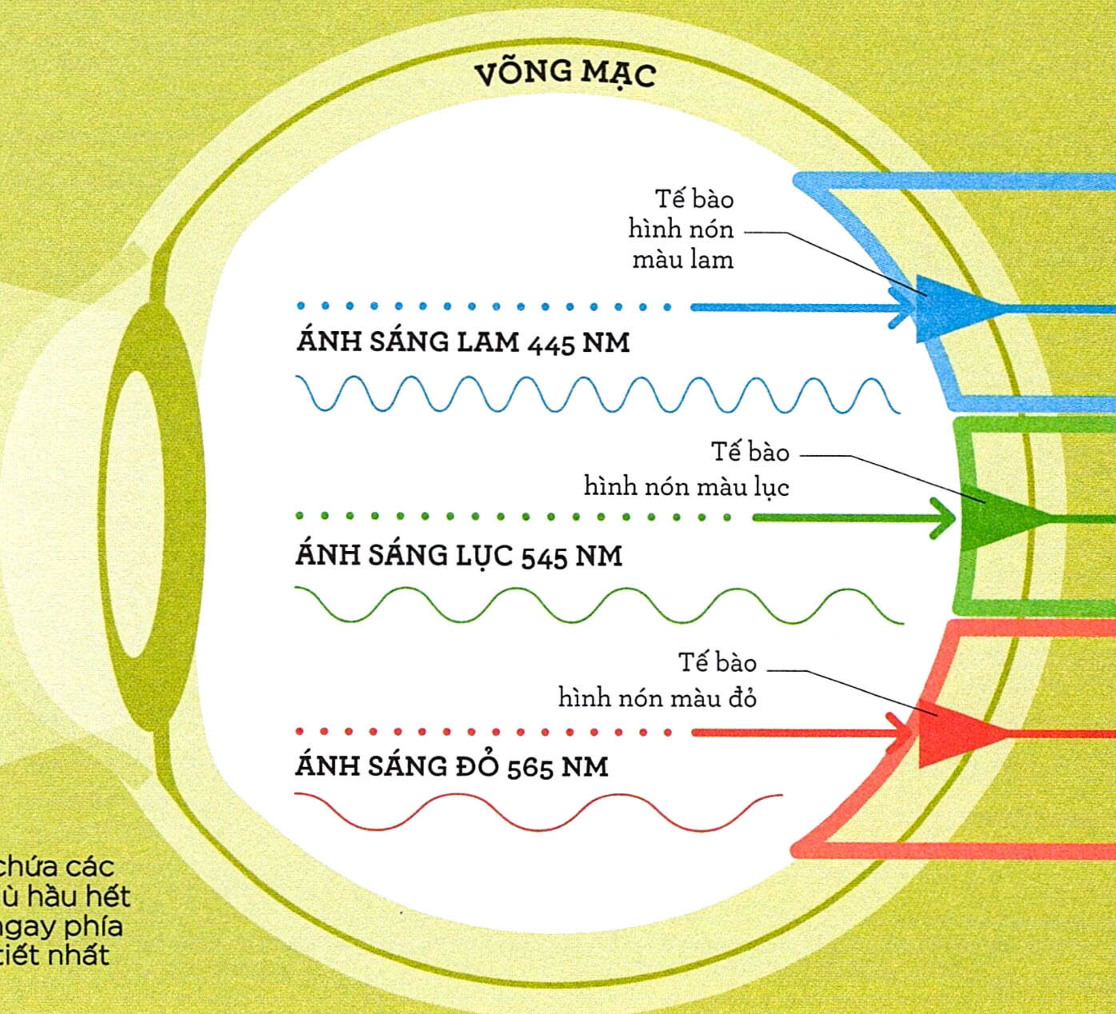


Thị giác màu

Mắt người tạo ra hình ảnh từ ánh sáng bằng ba loại tế bào phát hiện ánh sáng, được gọi là tế bào hình nón theo hình dạng của chúng. Các tế bào hình nón trong võng mạc chứa các sắc tố hóa học nhạy cảm với từng loại bước sóng ánh sáng cụ thể. Khi được kích hoạt, chúng phát ra một tín hiệu thần kinh. Não bộ nhận tín hiệu cho ánh sáng đỏ, lục và lam chiếu vào mắt, rồi tạo ra tri nhận về màu sắc từ chúng. Ví dụ, tín hiệu từ cả hai loại tế bào hình nón màu lục và màu đỏ tạo ra tri nhận về màu vàng. Tín hiệu từ cả ba tế bào hình nón cho cảm nhận về màu trắng, trong khi không có tín hiệu từ bất kỳ tế bào nào cho cảm nhận về màu đen.

Cảm biến ánh sáng

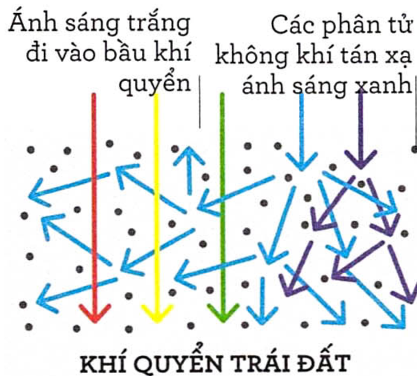
Tất cả các bộ phận của võng mạc đều chứa các tế bào hình nón thuộc cả ba loại, mặc dù hầu hết các tế bào này nằm ở phần trung tâm ngay phía sau con ngươi. Đây là nơi các phần chi tiết nhất của hình ảnh được hình thành.

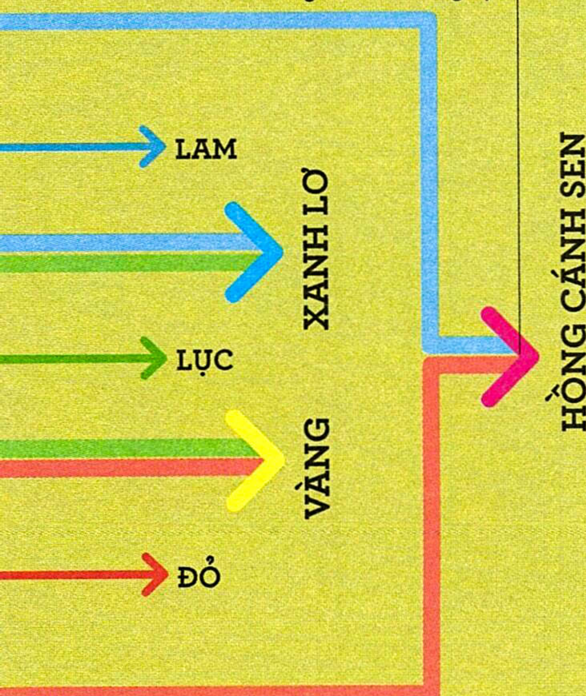




TRỜI XANH

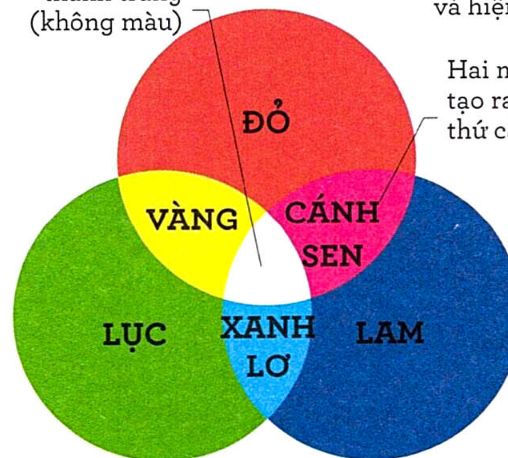
Bầu trời có màu xanh lam bởi vì, so với các màu khác, ánh sáng lam có bước sóng ngắn hơn và dội lại mạnh hơn từ các phân tử không khí, tán xạ theo mọi hướng, trước khi nó chiếu vào mắt chúng ta. Ánh sáng tím cũng tán xạ, nhưng ít hơn, và mắt người nhạy cảm hơn với ánh sáng xanh.

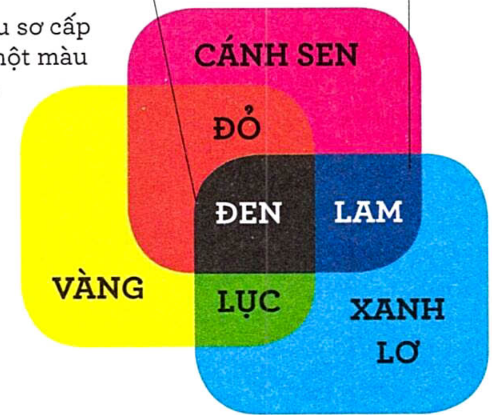




Trộn màu

Khi ánh sáng chiếu vào một vật thể, nó có thể bị hấp thụ hoặc phản xạ. Bộ não gán một màu cụ thể cho một vật thể theo ánh sáng mà nó phản xạ lại. Ví dụ, một quả chuối phản xạ ánh sáng màu vàng và hấp thụ tất cả các màu khác. Hiện tượng này được gọi là phối màu trừ, thường được sử dụng trong sản xuất mực và thuốc nhuộm màu. Trộn màu trực tiếp từ nguồn sáng, chẳng hạn như trong dựng ánh sáng sân khấu, đòi hỏi cách tiếp cận ngược lại, được gọi là phối màu cộng.





Phối màu cộng
Ánh sáng truyền qua được thay đổi bằng hệ thống cộng màu. Đỏ, lục và lam là ba màu sơ cấp. Màu thứ cấp được tạo nên bằng cách kết hợp hai màu sơ cấp. Trộn ba màu sơ cấp sẽ tạo ra ánh sáng trắng.

Phối màu trừ
Các sắc tố màu xanh lơ, cánh sen và vàng được sử dụng để tạo ra màu phản xạ. Mỗi màu này hấp thụ một màu sơ cấp và phản xạ hai màu còn lại. Thêm một sắc tố khác làm giảm ánh sáng phản xạ chỉ còn một màu sơ cấp.



Ánh sáng phản xạ
Khi chúng ta nhìn vào một vật thể, nó có vẻ mang một màu nhất định. Điều này phụ thuộc vào bản chất của vật liệu và bước sóng ánh sáng mà nó hấp thụ hoặc phản xạ vào mắt chúng ta.



TÔM BỌ NGỰA CÓ TỚI 12 LOẠI THỤ THỂ MÀU, CHÚNG CÓ THỂ NHÌN THẤY TIA CỰC TÍM VÀ TIA CẬN HỒNG NGOẠI

Gương và thấu kính

Các chùm ánh sáng luôn truyền theo đường thẳng, nhưng chúng có thể thay đổi hướng do các hiện tượng như phản xạ và khúc xạ. Hai quá trình này được sử dụng để kiểm soát ánh sáng bằng gương và thấu kính.

ẢO TƯỢNG

Ảo tượng là ảo ảnh quang học có thể nhìn thấy trong những ngày nắng nóng. Trong sa mạc, ảo tượng xuất hiện như một màn nước long lanh ở phía xa. "Nước" ở đây thực ra là ánh sáng rực rỡ từ bầu trời, đang bị khúc xạ ngược lên mắt bởi một lớp không khí nóng.



Phản xạ ánh sáng

Góc của chùm tia phản xạ luôn bằng với góc của chùm tia tới. Các góc được đo từ một đường tưởng tượng vuông góc với mặt tới. Ánh sáng phản xạ từ hầu hết các vật thể sẽ tán xạ theo mọi hướng vì các chùm tia chiếu vào bề mặt gồ ghề, không bằng phẳng, ở các góc khác nhau. Một chiếc gương có bề mặt phẳng nhẵn, vì vậy các chùm tia phản xạ giữ nguyên vị trí tương đối ban đầu của chúng và tạo ra một hình ảnh.

TẠI SAO KIM CƯƠNG LẠI LẤP LÁNH?

Kim cương sau khi được cắt gọt sẽ trông lấp lánh vì các góc trên bề mặt của chúng đảm bảo rằng bất kỳ chùm ánh sáng nào chiếu vào chúng đều phản chiếu quanh trong viên kim cương rồi mới ra ngoài từ đỉnh.

Ảnh phản chiếu

Một chiếc gương tạo ra một ảnh ảo của vật thể, dường như được đặt phía sau gương. Hiện tượng phản chiếu sẽ làm lật hình ảnh theo chiều ngang, chính vì vậy chữ cái để trước gương sẽ bị ngược.

Tia trong chùm phản xạ

Các tia sáng từ một nguồn sáng chiếu vào vật thể và phản chiếu lên gương

GƯƠNG

Đường thẳng "tưởng tượng" nằm vuông góc với mặt gương

Góc phản xạ bằng góc tới

Góc tới là góc mà ánh sáng chiếu vào gương

Tia sáng trong chùm tia tới

Hình ảnh phản chiếu được tạo bởi các chùm ảo kéo dài phía sau gương

Ảnh phản chiếu là ảnh ảo, có nghĩa là vị trí của nó là ảo

VẬT THỂ

HÌNH ẢNH PHẢN CHIẾU

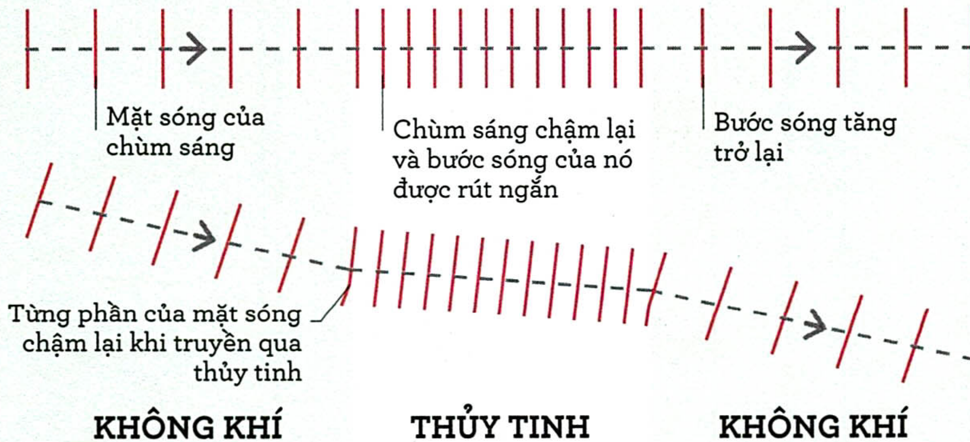


Khúc xạ ánh sáng

Sóng ánh sáng truyền đi ở tốc độ khác nhau qua các môi trường khác nhau. Nếu ánh sáng truyền vào một môi trường trong suốt theo một góc, sự thay đổi tốc độ cũng dẫn đến một sự thay đổi nhỏ về hướng. Hiện tượng này được gọi là khúc xạ. Các phần khác nhau của chùm sáng chậm lại ở những thời điểm khác nhau, làm lệch hướng đi của ánh sáng.

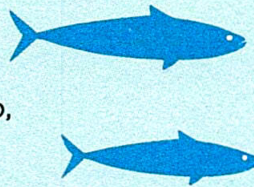
CẦU VỒNG HÌNH THÀNH KHI ÁNH SÁNG BỊ PHẢN XẠ, KHÚC XẠ VÀ PHÂN TÁN BỞI NHỮNG HẠT MƯA

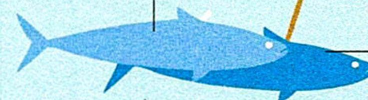




Thực tế và vẻ ngoài

Khúc xạ có thể đánh lừa mắt ta. Ánh sáng từ một con cá bị khúc xạ khi nó truyền từ nước sang không khí. Bộ não, tin rằng ánh sáng truyền theo đường thẳng, sẽ nhìn thấy con cá thẳng hàng với ánh sáng chiếu vào mắt.





Vị trí nhìn thấy của cá

Ánh sáng bị khúc xạ khi nó rời khỏi nước

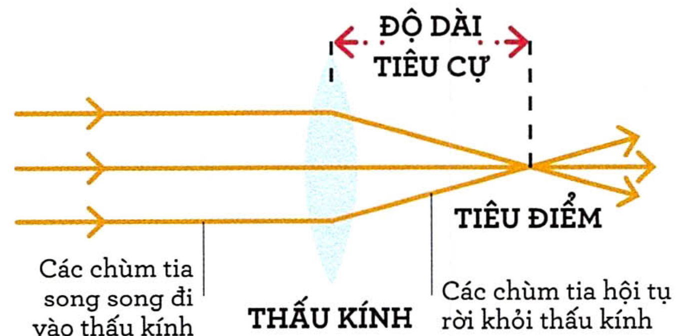
Vị trí thực tế của cá

Tập trung ánh sáng

Một thấu kính là một mảnh thủy tinh trong suốt sử dụng khúc xạ để thay đổi hướng ánh sáng. Nó có một mặt cong, có nghĩa là các chùm ánh sáng chiếu vào thấu kính ở một loạt các góc khác nhau, và kết quả là các tia đều bị khúc xạ theo các góc khác nhau. Có hai loại thấu kính chính. Một thấu kính hội tụ (lồi) bẻ ánh sáng vào trong, còn một thấu kính phân kỳ (lõm) bẻ ánh sáng ra ngoài.

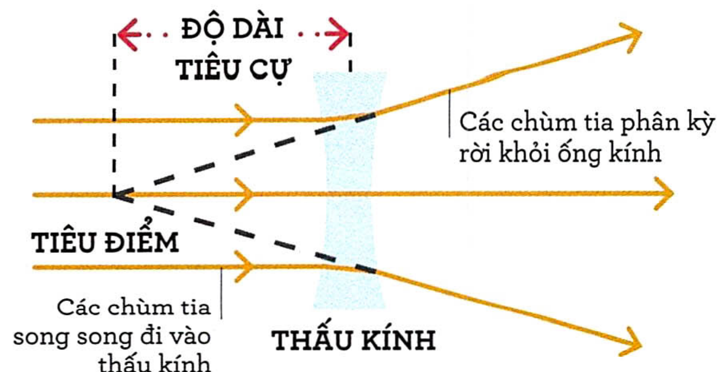
Thấu kính hội tụ

Các chùm ánh sáng chiếu qua một thấu kính lồi hội tụ tại một tiêu điểm ở phía đối diện. Khoảng cách giữa thấu kính và tiêu điểm là độ dài tiêu cự. Một thấu kính hội tụ có thể được sử dụng để phóng to các vật thể nhỏ (xem trang 113).



Thấu kính phân kỳ

Một thấu kính lõm làm cho các chùm ánh sáng lan rộng ra như thể chúng đến từ một tiêu điểm phía sau thấu kính. Thấu kính loại này được sử dụng trong kính cận thị.

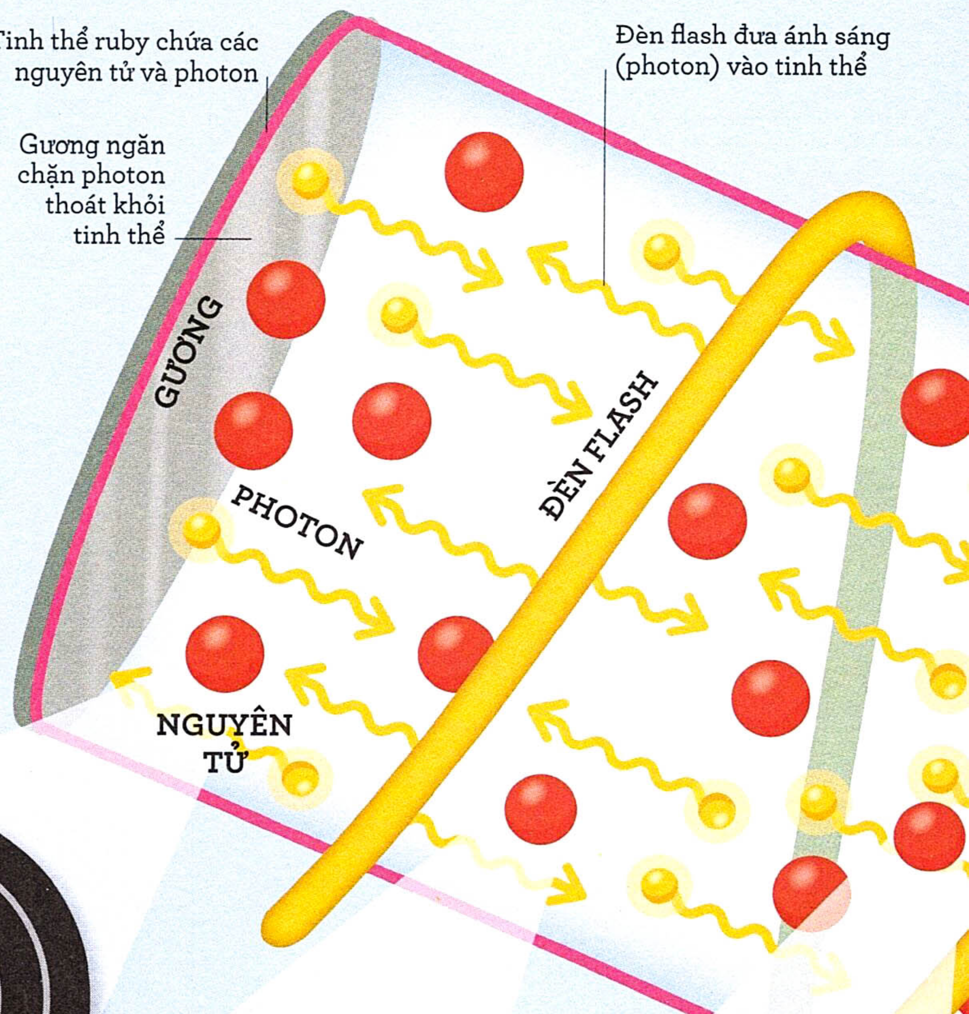


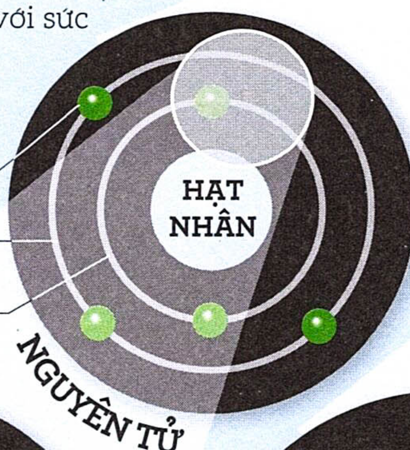
Laser hoạt động ra sao?

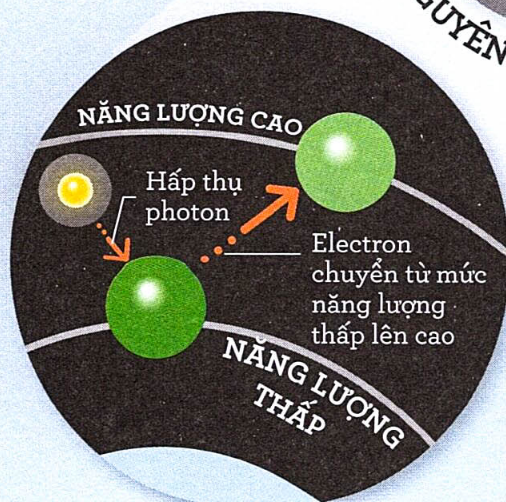
Laser là thiết bị tạo ra một chùm ánh sáng cực mạnh song song và cố kết với nhau, nghĩa là các sóng ánh sáng trong chùm được xếp thẳng hàng và có cùng bước sóng. Điều này mang lại độ chính xác và sức mạnh cho chùm tia.

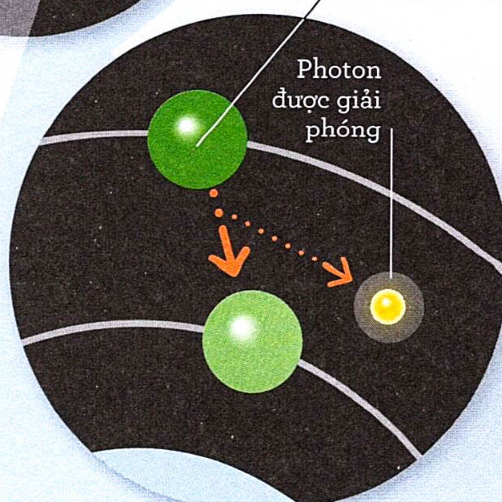
Ánh sáng cung cấp năng lượng

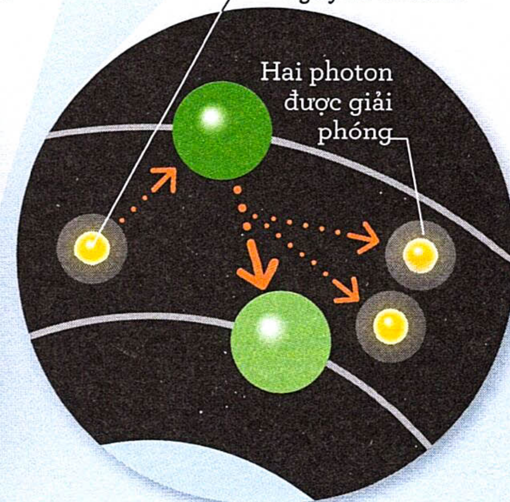
Trong laser tinh thể, ánh sáng được chiếu vào một ống làm từ tinh thể nhân tạo, chẳng hạn như ruby. Các nguyên tử bên trong hấp thụ năng lượng và phát lại ánh sáng, khiến các nguyên tử gần đó cũng phát ra các photon ánh sáng, tất cả đều ở một bước sóng rất cụ thể. Các photon chuyển động qua lại giữa các gương trong ống cho đến khi ánh sáng đủ mạnh để thoát khỏi ống trong một chùm hẹp, với sức mạnh đủ để khoan xuyên qua kim cương.











1 Kích thích
Khi một nguyên tử hấp thụ một photon, một trong số các electron của nó nhảy từ mức năng lượng thấp lên mức cao hơn. Nguyên tử sẽ bất ổn trong trạng thái kích thích.

2 Năng lượng dư thừa
Electron ở trạng thái bị kích thích chỉ trong vài mili giây, sau đó nó sẽ giải phóng photon bị hấp thụ. Photon được giải phóng bởi electron có một bước sóng cụ thể.

3 Bắn khắp nơi
Các electron đã bị kích thích tiếp tục bị một số photon bắn vào, khiến chúng giải phóng hai photon thay vì một. Hiện tượng này được gọi là phát xạ kích thích.



Sử dụng ánh sáng laser

Laser đã chứng tỏ mình là một trong những phát minh linh hoạt nhất của thời hiện đại. Ngày nay, chúng có một loạt các ứng dụng hằng ngày và cực kỳ độc đáo, từ giao tiếp vệ tinh đến đọc mã vạch tại siêu thị.



LASER MẠNH ĐẾN MỨC NÀO?

Tia laser mạnh nhất thế giới có thể cung cấp chùm tia với năng lượng tương đương 2 petawatt, trong một phần nghìn tỷ giây – gần bằng mức tiêu thụ năng lượng trung bình của toàn thế giới.

Lượng photon trong tinh thể tăng lên khi các electron bị kích thích phát ra nhiều photon hơn

Tia laser gồm các photon có bước sóng cụ thể, được xếp thành hàng với cùng bước sóng

Photon được phản xạ qua lại dọc theo chiều dài của tinh thể

Gương tráng bạc một phần

4 Ánh sáng được khuếch đại

Mỗi lần một photon kích thích sự giải phóng hai photon, ánh sáng được khuếch đại. "Laser" chính là viết tắt của "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (khuếch đại ánh sáng bằng phát xạ kích thích). Ánh sáng sẽ bật lên xuống trong ống.

5 Bắn ra tia laser

Một chiếc gương tráng bạc một phần cho phép một số photon thoát khỏi tinh thể dưới dạng một chùm ánh sáng cố kết, mạnh mẽ.

Ứng dụng quang học

Quang học là ngành nghiên cứu ánh sáng. Biểu hiện quang học của các chùm ánh sáng, như phản xạ và khúc xạ, có một số ứng dụng mạnh mẽ cho phép chúng ta nhìn xa hơn giới hạn của mắt người.

Quang học trong thực tiễn

Mắt người chỉ có thể nhìn thấy các vật thể có đường kính lớn hơn 0,1 mm. Các dụng cụ quang học có thể được sử dụng để quan sát các vật thể nhỏ hơn mức đó – hoặc để xem chi tiết các vật thể ở cách ta rất xa. Dụng cụ quang học sẽ thu thập các chùm ánh sáng đến từ vật thể. Ánh sáng này tạo thành một hình ảnh mờ, nhưng nó quá nhỏ để nhìn rõ. Dụng cụ sẽ thu thập nhiều ánh sáng từ vật thể để làm cho hình ảnh sáng hơn, và sau đó phóng to nó qua thấu kính.

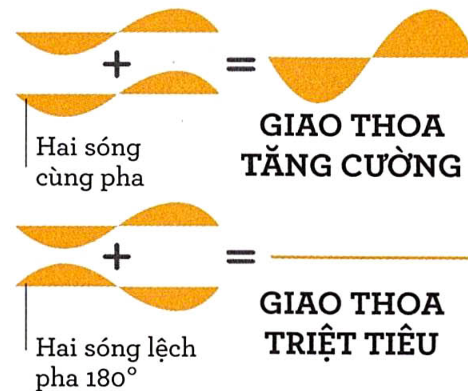
Sợi quang học

Những dây cáp siêu nhanh này truyền tín hiệu dưới dạng các tia sáng được mã hóa bên trong các sợi thủy tinh linh hoạt. Ánh sáng truyền đi bằng cách phản chiếu lên bề mặt bên trong của sợi. Góc mà tia laser bắn vào kính đóng vai trò rất quan trọng: góc quá nhọn thì tia sẽ không phản xạ, mà sẽ khúc xạ ra khỏi sợi.



CHÚ THÍCH
- Tín hiệu ánh sáng 1
- Tín hiệu ánh sáng 2

Ghép kênh
Một sợi có thể mang một số tín hiệu khác nhau bằng cách sử dụng các laser màu khác nhau.



THỊ KÍNH

Thường có độ phóng đại 10 hoặc 15 lần

Tập trung ánh sáng vào thấu kính tiếp theo

Các chùm ánh sáng xuyên qua, làm lật hình ảnh cuối cùng

GIÁ VỊ CHỈNH

Giá vị chỉnh di chuyển ống đến gần hơn mẫu vật ở độ phóng đại thấp

Vật kính với các trị số khác nhau có thể được xoay vào vị trí

GIAO THOA

Giống như tất cả các loại sóng, sóng ánh sáng sẽ giao thoa với nhau. Khi hai sóng ánh sáng gặp nhau, chúng kết hợp thành một. Nếu các bước sóng cùng pha – có cùng độ dài, với đỉnh và đáy di chuyển cùng nhau – chúng sẽ tạo ra một sóng mạnh hơn. Các sóng ngược pha sẽ triệt tiêu lẫn nhau. Giao thoa cũng tạo ra các mẫu hình, chẳng hạn như các xoáy màu ta nhìn thấy trên dầu.

Hai sóng cùng pha + = GIAO THOA TĂNG CƯỜNG

Hai sóng lệch pha 180° + = GIAO THOA TRIỆT TIÊU

ĐEO KÍNH CÓ LÀM CHO THỊ LỰC TỆ HƠN?

Thị lực kém là do cấu trúc của mắt và tính linh hoạt của thủy tinh thể. Đeo kính chẳng có tác dụng giải quyết những điều này – nhưng nó sẽ làm cho bạn nhìn rõ hơn.



Kính hiển vi ánh sáng

Một kính hiển vi thu thập và phóng đại ánh sáng truyền qua mẫu vật. Ánh sáng từ mẫu vật đi vào từ vật kính đã chọn.

VẬT KÍNH

Vật kính thường có độ phóng đại từ 4 đến 100 lần

Màn chắn kiểm soát cường độ và kích thước của chùm sáng chiếu vào mẫu vật

MÀN CHẮN SÁNG

BÀN ĐỠ MẪU

TỤ QUANG

Tụ quang tập trung ánh sáng vào mẫu vật

Kính chứa mẫu vật được đặt trên bàn đỡ mẫu

ÁNH SÁNG

GƯƠNG

Gương phản chiếu ánh sáng (hoặc đèn chiếu sáng) vào mẫu vật

KÍNH THIÊN VĂN GRAN TELESCOPIO CANARIAS CÓ 36 TẤM GƯƠNG VỚI TỔNG ĐƯỜNG KÍNH 10,4 M

Kính thiên văn

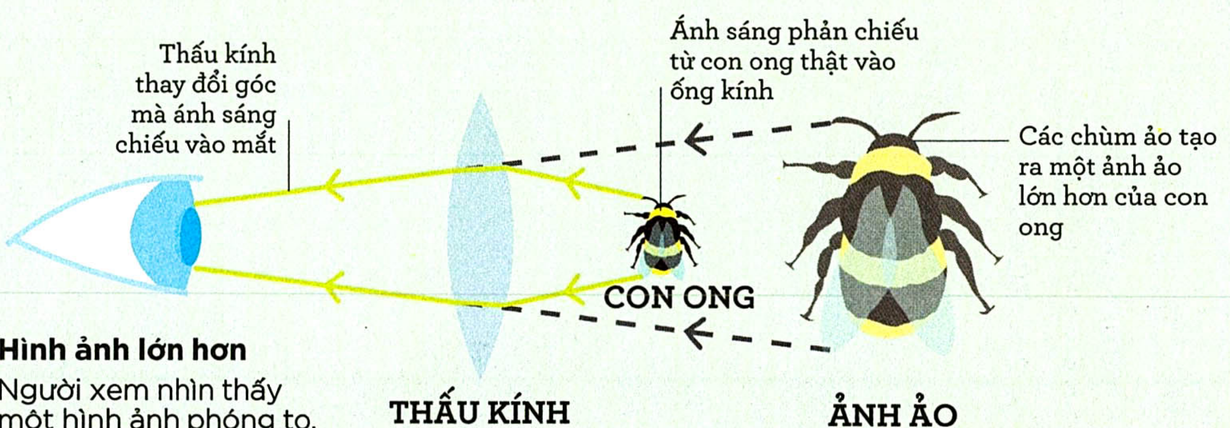
Kính viễn vọng thiên văn sử dụng các thấu kính và gương để thu ánh sáng từ một vật thể ở xa. Kính thiên văn sử dụng trên Trái Đất dùng thấu kính để lật hình ảnh đúng chiều.

Ống nhòm

Ánh sáng đi qua các thấu kính chính rộng. Sau đó, nó được gương phản chiếu vào trong và chuyển hướng qua các thấu kính thu nhỏ vào mỗi mắt.

Phóng đại

Hầu hết các thấu kính được gắn trong kính hiển vi là thấu kính lồi (hội tụ) (xem trang 109), được sử dụng để tạo thành một phiên bản lớn hơn của mẫu vật. Nếu một vật được đặt ở giữa thấu kính và tiêu điểm của nó, các chùm sáng từ vật thể sẽ hội tụ ở phía bên kia của thấu kính. Tăng độ cong của thấu kính sẽ làm tăng độ dài tiêu cự và do đó, làm tăng mức độ phóng đại của thấu kính.



Hình ảnh lớn hơn

Người xem nhìn thấy một hình ảnh phóng to, bởi vì bộ não của họ giả định rằng ánh sáng đến mắt theo một đường thẳng.

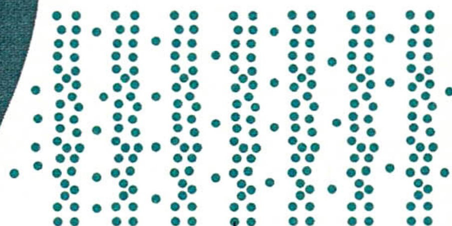
Âm thanh

Tất cả các âm thanh đều truyền đến tai ta qua một môi trường – chẳng hạn như không khí – dưới dạng sóng (xem trang 102-103). Nhưng sóng âm không giống như sóng ánh sáng hay sóng vô tuyến. Chúng là những gợn sóng nén đi dọc từ nguồn.

Sóng áp lực

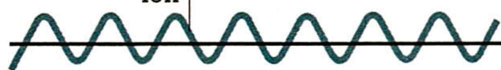
Sóng âm thanh được tạo ra nhờ một cơ chế kéo đẩy, chẳng hạn như trên một màng loa. Tín hiệu điện làm cho màng loa chuyển động tiến và lùi ở tốc độ cao, khiến nó đẩy không khí rồi sau đó kéo lại. Mỗi lần loa đẩy lại tạo ra một gợn sóng nén di chuyển trong không khí. Màng loa chuyển động càng nhiều trong mỗi chu kỳ, nó càng tạo ra nhiều áp lực – áp lực càng cao, các phân tử không khí càng bị nén và âm thanh càng lớn.

ÂM LƯỢNG LỚN



Các phân tử không khí nén chặt với nhau

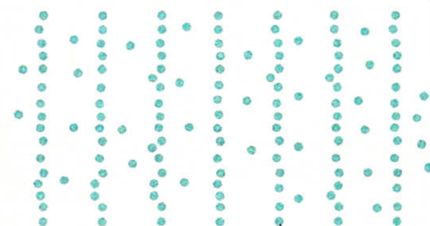
Chênh lệch áp suất lớn hơn tạo ra một âm thanh lớn



BIÊN ĐỘ CAO

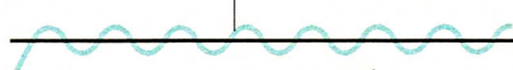
Tiếng to hay nhỏ?
Âm thanh lớn nén các phân tử không khí chặt hơn, do đó các gợn sóng cách nhau xa hơn. Mật độ thay đổi của các phân tử không khí trong mỗi gợn sóng chính là biên độ – khoảng cách từ đỉnh đến đáy trên đồ thị sóng.

ÂM LƯỢNG NHỎ



Các phân tử không khí ít nén lại với nhau.

Chênh lệch áp suất nhỏ hơn tạo ra một âm thanh nhỏ



BIÊN ĐỘ THẤP

Âm lượng lớn đến đâu?
Âm lượng được đo bằng decibel (dB), một đơn vị tăng theo cấp số nhân. Làm cho âm thanh to hơn 10 dB đồng nghĩa với làm cho nó mạnh hơn gấp 10 lần.

TIẾNG NÓI CHUYỆN



XE HƠI ĐI QUA



TIẾNG XE MÁY



BUỔI HÒA NHẠC



TIẾNG SÚNG



TIẾNG NỔ





dB

ĐỒNG HỒ TÍCH TẮC

TIẾNG THÌ THẦM

CHUÔNG ĐIỆN THOẠI REO

GUITAR ACOUSTIC

85 dB là giới hạn an toàn

15 phút tiếp xúc với âm thanh 100 dB có thể làm hỏng thính giác

130 dB là ngưỡng đau

Tiếng ồn duy trì ở mức 140 dB gây ra tổn hại ngay lập tức

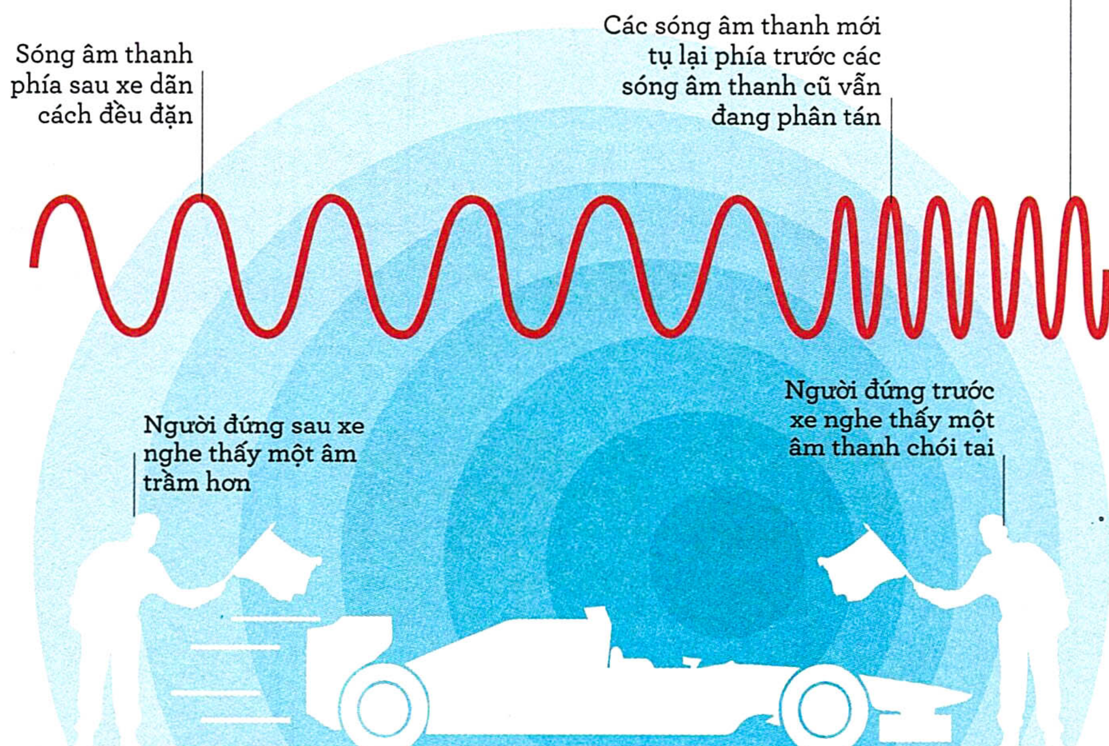


Hiệu ứng Doppler

Sóng âm truyền đi trong không khí với tốc độ vào khoảng 1.238 km/h. Quả là nhanh, nhưng thậm chí các sóng nhanh cũng bị ảnh hưởng bởi tốc độ nguồn của chúng. Nếu một chiếc xe lớn đang di chuyển về phía người nghe, những gợn áp lực của sóng âm sẽ ở gần nhau hơn, làm tăng tần số của sóng và cao độ của âm. Khi chiếc xe đi qua, những con sóng kéo dãn ra, hạ thấp cao độ của chúng.

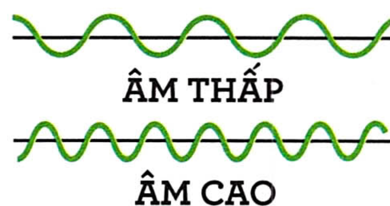
Xe đua

Các sóng âm thanh nằm phía trước chiếc xe đua bị ép lại với nhau vì động cơ ồn ào của nó đến gần từng sóng thêm một chút trước khi phát đi sóng tiếp theo.



CAO ĐỘ

Cao độ của âm thanh có liên quan đến tần số sóng của nó: tần số càng cao thì cao độ càng cao. Được đo bằng hertz (Hz), tần số là số lượng đỉnh hoặc đáy sóng (hoặc chu kỳ sóng) truyền qua một điểm trong một giây.



TẠI SAO KHÔNG AI NGHE THẤY KHI BẠN HÉT LÊN TRONG KHÔNG GIAN?

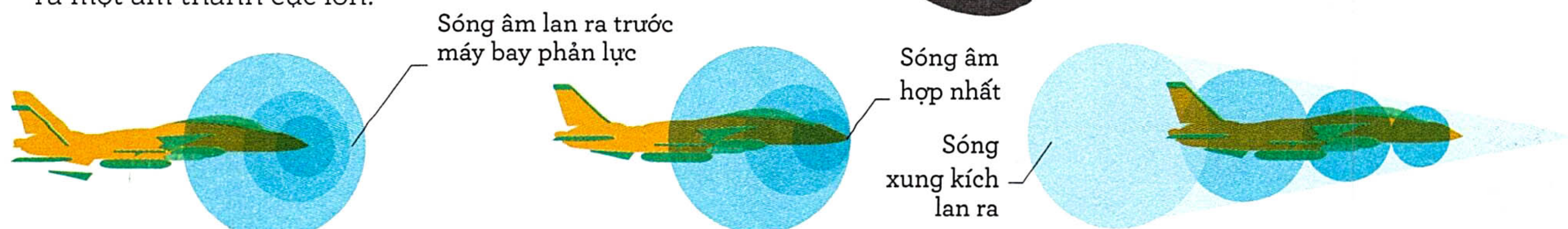
Âm thanh được truyền bởi sóng áp lực đi qua một môi trường, chẳng hạn như các phân tử không khí. Trong chân không vũ trụ, không có không khí.

Siêu thanh

Nhiều máy bay phản lực di chuyển nhanh hơn tốc độ âm thanh, bay qua trước cả khi bất cứ ai nghe thấy tiếng chúng đến. Các sóng âm thanh bị nén đến mức chúng tạo ra một âm thanh cực lớn.



TIẾNG CỦA CÁ VOI XANH CÓ THỂ CÓ ÂM LƯỢNG LỚN HƠN 180 DB



1 Tăng tốc
Khi máy bay siêu thanh tăng tốc từ tốc độ thấp, sóng âm có thể lan ra phía trước nó, nhưng chúng bị nén lại, ngày càng gần nhau hơn do Hiệu ứng Doppler.

2 Phá vỡ rào cản âm thanh
Tại vận tốc 1.238 km/h, máy bay sẽ phá vỡ rào cản âm thanh. Nó bắt kịp với các sóng âm thanh nén, khiến chúng hợp nhất thành một sóng xung kích duy nhất.

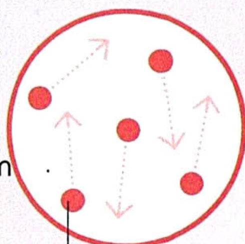
3 Tiếng nổ
Sóng xung kích lan ra phía sau máy bay theo dạng một hình nón mở rộng. Khi nó chạm đất, nó phát ra một tiếng nổ lớn, theo sau đường bay.

Nhiệt

Các vật thể nóng có rất nhiều năng lượng nội tại, giúp các nguyên tử và phân tử của chúng chuyển động. Đó còn được gọi là năng lượng nhiệt (nhiệt năng). Một vật thể có nhiệt năng cao sẽ rất nóng, và nhiệt của nó sẽ lan truyền đến những nơi lạnh hơn, vốn có năng lượng nhiệt ít hơn.

Chuyển động nhanh hơn

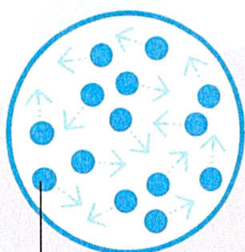
Khi vật liệu thu được nhiệt năng, các nguyên tử của nó chuyển động nhanh hơn. Vật liệu cho cảm giác nóng vì năng lượng nhiệt của nó tỏa ra môi trường xung quanh lạnh hơn.



Các nguyên tử trong cà phê di chuyển nhanh hơn khi được làm nóng và trải rộng ra

CÀ PHÊ NÓNG

SỮA LẠNH



Trong các chất lạnh hơn, chẳng hạn như sữa lạnh, các nguyên tử không di chuyển nhiều

Chuyển giao năng lượng

Khi sữa lạnh được thêm vào cà phê nóng, một phần nhiệt lượng trong cà phê sẽ chuyển sang sữa – làm cho sữa ấm hơn và cà phê mát hơn.

Đun nóng

Khi đun nóng, các nguyên tử trong chất rắn và chất lỏng dao động qua lại. Trong một chất khí, chúng bay quanh, va chạm với các nguyên tử khác. Khối lượng của vật thể vẫn giữ nguyên, nhưng không gian giữa các nguyên tử tăng lên và chất dãn nở.

600	873,15	1.112
400	673,15	752
327,5	600,7	621,5
250	523,15	482
100	373,15	212
70,7	343,85	159,3

Nhiệt độ

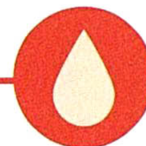
Nhiệt độ là một chỉ số cho biết lượng nhiệt năng trong một chất. Nhiệt độ của một chất có liên quan đến năng lượng trung bình của các hạt trong chất đó. Một số hiện tượng tự nhiên sẽ xảy ra ở nhiệt độ nhất định – chẳng hạn nước sôi ở 100°C. Các mức nhiệt này được sử dụng như các điểm cố định để tạo ra một thang đo mà dựa vào đó ta có thể so sánh các nhiệt độ khác.



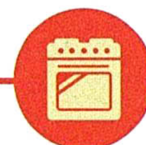
Lửa từ củi gỗ
Một ngọn lửa gỗ được thông gió tốt sẽ đủ nóng để nấu chảy quặng thành kim loại nguyên chất.



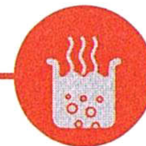
Khí thải máy bay phản lực
Lực đẩy của động cơ phản lực đến từ chuyển động nhanh của các phân tử khí tràn đầy năng lượng.



Điểm nóng chảy của chì
Chì là kim loại đầu tiên được tinh chế do nhiệt độ nóng chảy tương đối thấp của nó.



Nhiệt độ tối đa của bếp lò tại nhà
Nấu nướng kéo dài ở nhiệt độ này sẽ dần dần làm hỏng giá đỡ kim loại.



Nước sôi
Điểm cố định trên của thang đo Celsius, được chọn vì việc lặp lại kết quả này là đơn giản.

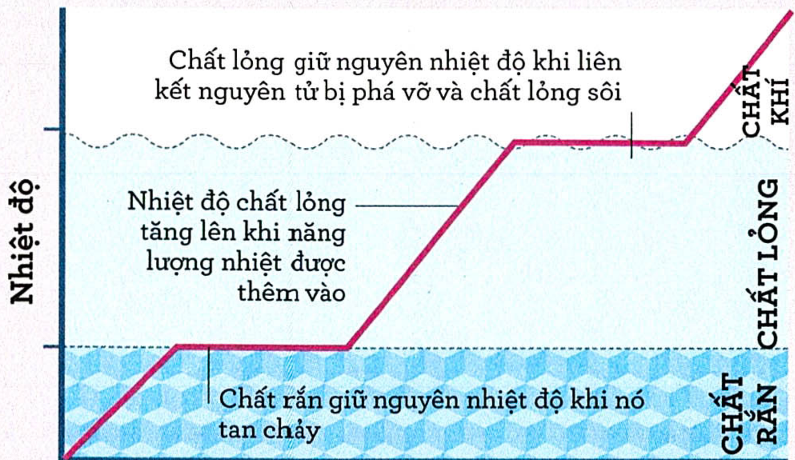


Nhiệt độ nóng nhất trên Trái Đất
Nhiệt độ này đã được ghi nhận vào năm 2005 trong một nghiên cứu vệ tinh về nhiệt độ bề mặt đất ở sa mạc Lut tại Iran.



Nhiệt ẩn

Khi năng lượng nhiệt được thêm vào một chất, sự gia tăng chuyển động của các nguyên tử và phân tử cuối cùng sẽ phá vỡ các liên kết giữa chúng. Chất sẽ thay đổi trạng thái (xem trang 22-23) – ví dụ, sôi lên. Trong quá trình thay đổi này, nhiệt không làm cho chất nóng hơn. Thay vào đó, nhiệt năng sẽ hoạt động dưới dạng nhiệt ẩn.



Hiệu ứng nhiệt ẩn

Thay vì tăng chuyển động của các nguyên tử và phân tử, năng lượng nhiệt ẩn được sử dụng để phá vỡ liên kết giữa chúng. Vì vậy, nhiệt độ sẽ không đổi trong khoảng thời gian ngắn mà chất thay đổi trạng thái, dù nhiệt năng vẫn được thêm vào. Một khi các liên kết bị phá vỡ, nhiệt độ sẽ tăng trở lại.

NĂNG LƯỢNG VÀ NHIỆT ĐỘ

Một cây pháo bông cháy sáng ở khoảng 1.000°C. Tuy nhiên, những tia lửa nóng mà pháo bắn ra sẽ không làm bỏng da người, trong khi bản thân ngọn pháo sáng thì đủ khả năng làm vậy. Dù tia lửa nhỏ có nhiệt độ cao, khối lượng thấp của nó, nghĩa là tổng năng lượng mà nó chứa, rất nhỏ và do đó hầu như vô hại.





Nhiệt độ bình thường của cơ thể người
Đây ban đầu được chọn là điểm cố định trên cho thang đo Fahrenheit.

Nước đóng băng
Điểm không của thang đo Celsius, tạo ra 100 độ giữa điểm đóng băng và điểm sôi của nước.

Nhiệt độ lạnh nhất trên Trái Đất
Nhiệt độ này đã được đo ở phía đông Nam Cực vào năm 2010.

Khí hóa lỏng
Hầu hết các khí trong không khí trở thành chất lỏng ở nhiệt độ này.

Bên ngoài không gian
Nhiệt độ lạnh nhất trong không gian giữa các vì sao.

Độ không tuyệt đối
Nhiệt độ thấp nhất về mặt lý thuyết, nhưng một vật thể không thể nào trở nên lạnh như vậy.

Thang đo nhiệt độ
Có ba thang đo nhiệt độ chính – Fahrenheit, Celsius, và Kelvin, được phát minh lần lượt vào các năm 1724, 1742 và 1848.

37°C
NHIỆT ĐỘ NƯỚC SÔI Ở ĐỘ CAO 18.000 M

Truyền nhiệt

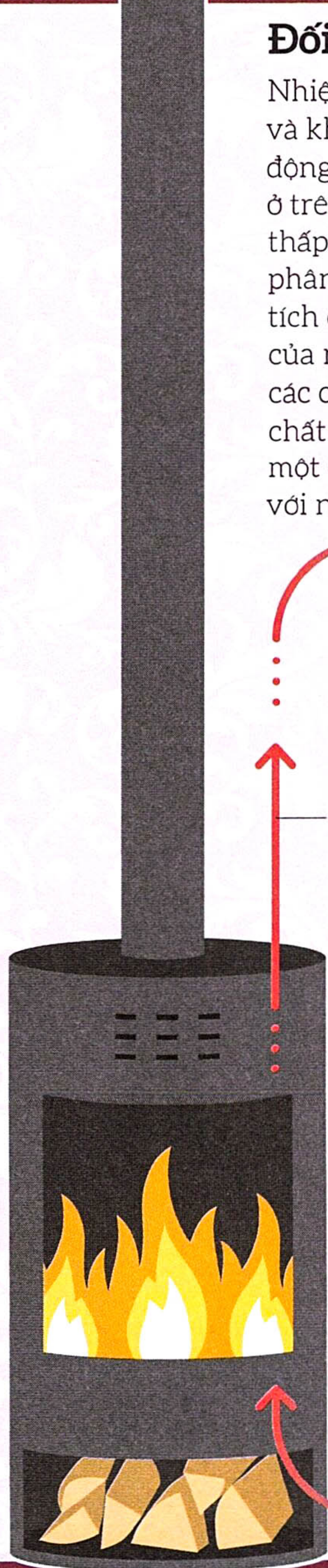
Nhiệt có thể được truyền từ vật này sang vật khác bằng ba quá trình: dẫn nhiệt, đối lưu và bức xạ. Cách nhiệt di chuyển phụ thuộc vào cấu trúc nguyên tử của vật thể.

VẬT LIỆU NÀO DẪN NHIỆT TỐT NHẤT?

Kim cương được xem là chất dẫn nhiệt tốt nhất – nó hiệu quả hơn gấp đôi so với đồng và tốt hơn bốn lần so với nhôm.

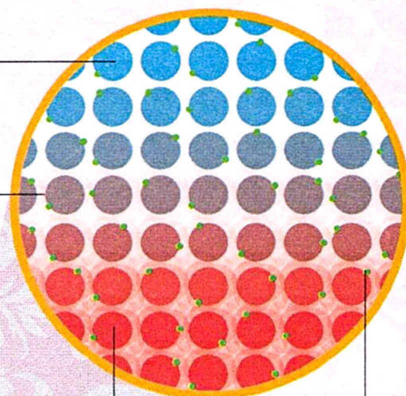
Đối lưu

Nhiệt di chuyển qua chất lưu – chất lỏng và khí – bằng đối lưu. Quá trình này hoạt động theo nguyên tắc dòng chất lưu nóng ở trên cao và dòng chất lưu lạnh ở dưới thấp. Nhiệt làm cho các nguyên tử và phân tử trong chất lưu dãn ra, do đó thể tích của nó tăng lên và khối lượng riêng của nó giảm xuống. Điều này cho phép các chất lưu nóng nổi lên trên trong khi chất lưu lạnh hơn chìm xuống, và tạo ra một dòng đối lưu mang nhiệt năng cùng với nó.



Sưởi ấm

Các vật dụng sưởi ấm, chẳng hạn như lò củi, sử dụng đối lưu để truyền nhiệt trong phòng. Các bộ tản nhiệt của một hệ thống sưởi ấm trung tâm cũng hoạt động tương tự.





Lựa chọn vật liệu

Chảo thường được làm bằng kim loại vì các nguyên tử của chúng liên kết với nhau khá lỏng lẻo, do đó chúng có thể di chuyển và va chạm với các nguyên tử xung quanh.

Dẫn nhiệt

Chất rắn truyền nhiệt bằng cách dẫn. Các nguyên tử trong phần được làm nóng của chất rắn sẽ rung động cực nhiều và thường xuyên va chạm với các nguyên tử xung quanh. Những va chạm này truyền năng lượng chuyển động đến các nguyên tử gần đó, làm cho chúng ấm hơn. Quá trình này tiếp tục cho đến khi nhiệt đã lan ra toàn bộ vật liệu.





BỨC XẠ HỒNG NGOẠI TRUYỀN ĐI VỚI TỐC ĐỘ ÁNH SÁNG VÀ CÓ THỂ DI CHUYỂN QUA CHÂN KHÔNG VŨ TRỤ

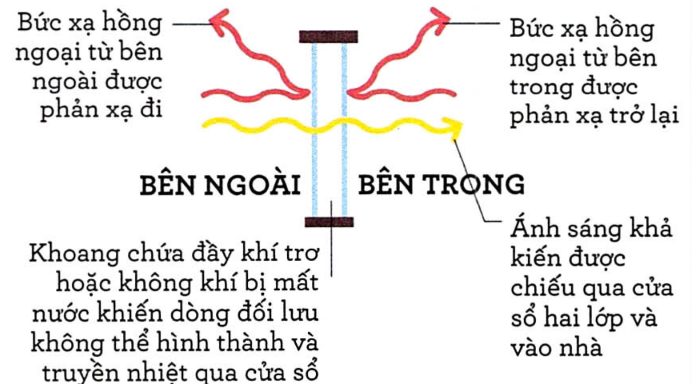


Bức xạ

Phương pháp truyền nhiệt thứ ba là bức xạ. Năng lượng nhiệt được mang theo trong một dạng bức xạ vô hình gọi là hồng ngoại – tên gọi này là bởi vì tần số của nó thấp hơn ánh sáng đỏ có thể nhìn thấy bằng mắt (nhưng cao hơn sóng vô tuyến). Tia hồng ngoại được phát ra bởi các vật nóng, nhưng có lẽ đáng chú ý nhất là Mặt Trời. Một vật thể có diện tích bề mặt lớn so với thể tích của nó sẽ tỏa nhiệt – và nguội đi – nhanh hơn nhiều so với một vật thể có diện tích bề mặt tương đối nhỏ.

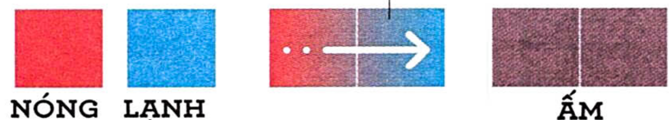
VẬT LIỆU CÁCH NHIỆT

Vật liệu cách nhiệt hoạt động bằng cách ngăn chặn sự truyền nhiệt. Chất khí như không khí là một chất dẫn nhiệt kém, vì vậy một số vật cách điện có chứa đầy các túi khí. Quần áo giữ ấm cho chúng ta bằng cách giữ không khí gần sát với cơ thể của ta. Nhiệt độ cơ thể không thể truyền qua không khí và do đó được giữ lại bên trong. Cửa sổ hai lớp bao gồm hai tấm kính được ngăn cách bởi một khoang được bơm khí trơ hoặc không khí bị mất nước vào trong điều kiện chân không. Những cửa sổ này cách nhiệt cực tốt vì chúng chặn cả bức xạ lẫn đối lưu.



CÂN BẰNG NHIỆT

Khi hai vật thể tiếp xúc vật lý với nhau, nhiệt chuyển từ vật nóng sang vật lạnh và không bao giờ truyền theo chiều ngược lại. Nhiệt sẽ tiếp tục được truyền cho đến khi cả hai vật có cùng nhiệt độ. Trạng thái này được gọi là trạng thái cân bằng nhiệt, khi mà không xảy ra sự truyền nhiệt nữa.



Lực

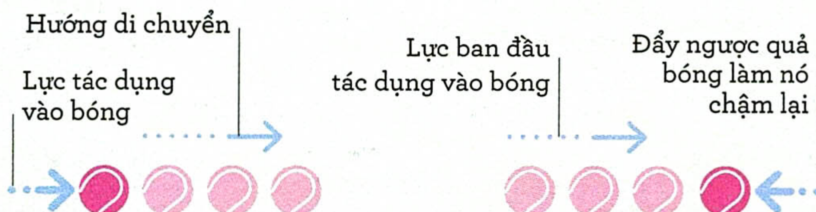
Chuyển động được tạo ra khi một lực tác động lên một khối lượng. Các lực tác động lên vật thể theo cách khác nhau, tùy thuộc vào khối lượng của vật thể đó. Lực được đo bằng newton (N). Một lực 1 N sẽ làm tăng tốc một vật có khối lượng 1 kg lên 1 m/s trong một giây.

TẠI SAO MỘT SỐ VẬT THỂ NẨY LẠI, CÒN SỐ KHÁC LẠI VỠ TAN?

Các vật thể linh hoạt có thể biến dạng khi chúng đập vào một bề mặt, nhưng các vật thể giòn hầu như không thay đổi hình dạng khi có lực tác dụng lên và nhiều khả năng chúng sẽ vỡ thành từng mảnh.

Truyền năng lượng

Khi hai vật thể va chạm, các nguyên tử của chúng xích lại gần nhau. Các electron tích điện âm xung quanh các nguyên tử đẩy nhau, vì vậy các vật thể không hợp nhất thành một mà tách nhau ra. Lực đẩy đó truyền năng lượng từ vật này sang vật khác, nhưng tổng lượng năng lượng vẫn được giữ nguyên. Bằng cách di chuyển năng lượng giữa các vật thể, lực tạo ra sự thay đổi hiện trạng, chẳng hạn như thay đổi chuyển động hoặc thay đổi hình dạng của các vật thể liên quan.

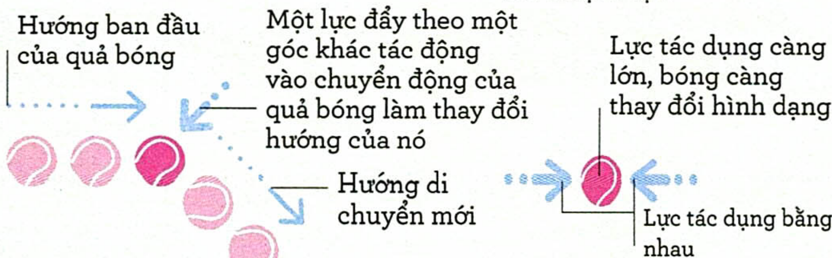


Tăng tốc

Một lực tác dụng lên một quả bóng tennis làm cho nó tăng tốc, và thế là nó bắt đầu di chuyển và tăng tốc độ.

Chậm lại

Một lực đẩy ngược hướng với chuyển động của quả bóng làm cho nó chậm lại.



Thay đổi hướng

Cần phải có một lực tác động ở một góc khác với lực ban đầu thì quả bóng tennis mới thay đổi hướng.

Thay đổi hình dạng

Quả bóng thay đổi hình dạng vì nó bị nén bởi hai lực đối kháng bằng nhau.



CÚ ĐÁNH TENNIS MẠNH NHẤT TRONG LỊCH SỬ CÓ TỐC ĐỘ LÀ 263,4 KM/H

Chuyển động ném xiên

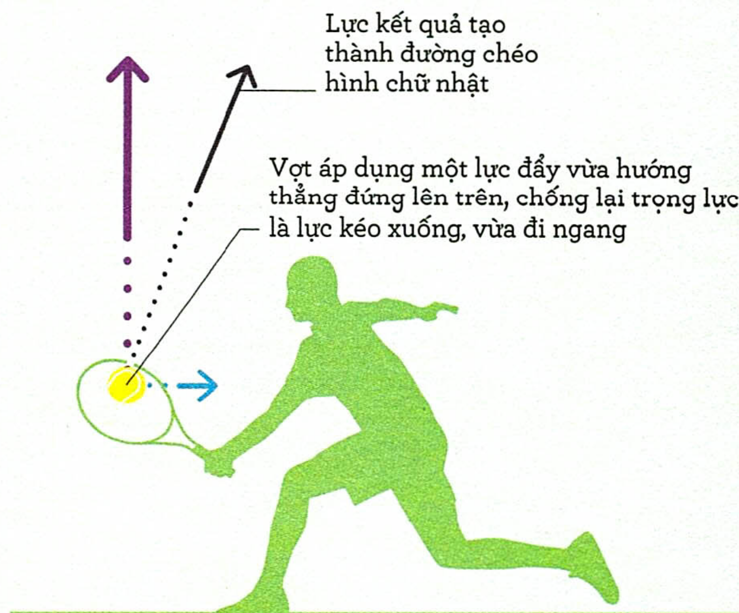
Một quả bóng tennis, hay bất kỳ vật thể ném xiên nào khác, đều chuyển động theo một đường cong do sự kết hợp của các lực tác động lên quả bóng. Động năng của bóng được chuyển thành thế năng hấp dẫn (năng lượng dự trữ do vị trí thẳng đứng của nó) và sau đó chuyển hóa trở lại động năng khi nó rơi xuống.

CHÚ THÍCH

- Lực dọc
- Lực ngang
- Lực kết quả
- Quỹ đạo bóng

Chuyển động đi lên và đi ngang bằng nhau nên quả bóng di chuyển ở góc 45°

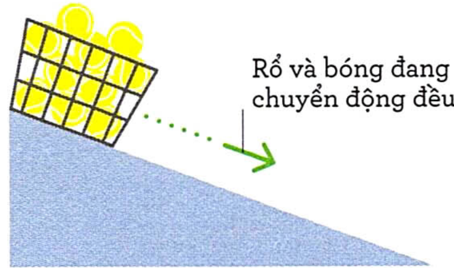
Chuyển động đi lên giảm dần do lực kéo của trọng lực tác dụng lên quả bóng





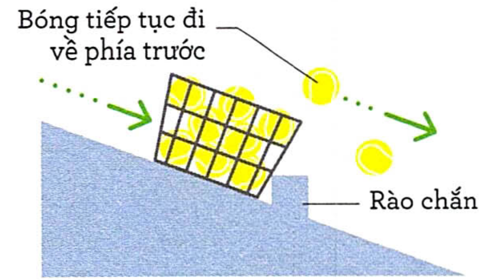
Quán tính

Quán tính là một tính chất của vật chất nhằm chống lại sự thay đổi trạng thái chuyển động của nó, cho dù nó ở trạng thái nghỉ, hay đang di chuyển với tốc độ không đổi. Một lực bên ngoài là cần thiết để vượt qua quán tính. Khối lượng càng lớn, quán tính càng cao, vì vậy khối lượng lớn hơn đòi hỏi một lực lớn hơn để thay đổi trạng thái chuyển động của nó.



Chuyển động đều

Rổ và bóng đang di chuyển với cùng tốc độ theo cùng một hướng. Chỉ có một lực mới có thể thay đổi chuyển động của chúng.

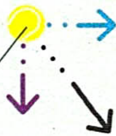


Dịch chuyển quán tính

Một lực (từ rào chắn) ngăn rổ di chuyển, nhưng lực này hầu như không ảnh hưởng đến các quả bóng, nên quán tính của chúng vẫn giữ cho chúng di chuyển.



Quả bóng hết động năng, lúc này được thay thế bằng thế năng hấp dẫn; bóng không di chuyển lên hoặc xuống mà chỉ đi ngang



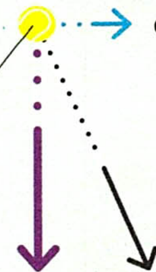
Trọng lực đảo ngược hướng chuyển động thẳng đứng, nhưng chuyển động ngang vẫn tiếp tục theo cùng hướng

Trọng lực kéo quả bóng xuống với cùng một lực ở mọi giai đoạn quỹ đạo của nó

TRỌNG LỰC

Lực kết quả

Gần như luôn luôn có nhiều hơn một lực tác dụng lên một vật thể, đẩy nó theo các hướng khác nhau với các lượng khác nhau. Các lực riêng lẻ này kết hợp thành một lực kết quả (hợp lực) duy nhất. Lực kết quả được tính toán bằng định lý Pythagoras, với hai lực tác động được biểu thị bằng các cạnh ngắn của tam giác vuông và lực kết quả có kích thước tương đương với cạnh dài nhất, hay cạnh huyền.



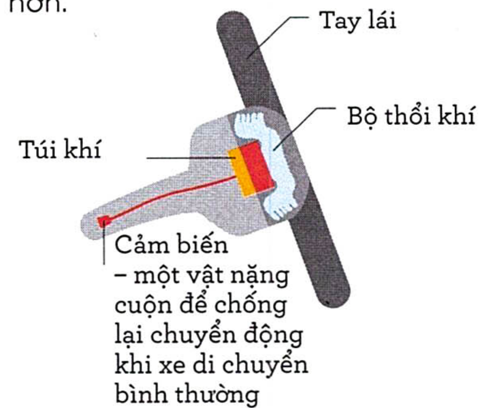
Gia tốc của trọng lực làm cho quả bóng đi xuống xa hơn so với nó đi ngang



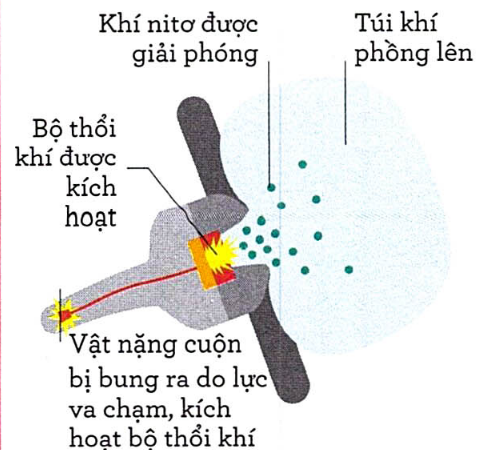
Trọng lực cho phép quả bóng tiếp tục tăng tốc cho đến khi chạm đất

TÚI KHÍ HOẠT ĐỘNG THẾ NÀO?

Quán tính của hành khách là một trong những mối nguy hiểm chính trong các vụ tai nạn xe hơi, vì cơ thể họ vẫn tiếp tục di chuyển khi xe đột ngột dừng lại. Túi khí khai thác quán tính để cảm nhận một vụ tai nạn sắp xảy ra và tự động thổi phồng, làm hành khách di chuyển chậm lại ở tốc độ an toàn hơn.



TÚI KHÍ TRƯỚC KHI VA CHẠM



TÚI KHÍ SAU KHI VA CHẠM

Vận tốc và gia tốc

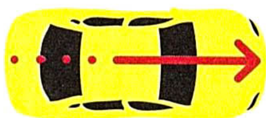
Vận tốc là tốc độ của một vật thể đang di chuyển theo một hướng cụ thể. Một sự thay đổi trong vận tốc của vật thể đòi hỏi có một lực tác dụng, và tốc độ thay đổi của vận tốc được đo bằng đại lượng gia tốc.

Vận tốc

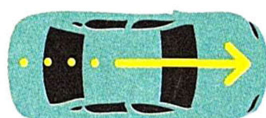
Tốc độ là thước đo khoảng cách theo thời gian – ví dụ, xe đi được bao xa trong một giờ. Vận tốc cũng đo tốc độ nhưng bao gồm hướng chuyển động. Xe hơi đi ngược chiều nhau có thể di chuyển với cùng tốc độ nhưng có vận tốc khác nhau. Mọi vật thể chuyển động đều có một vận tốc tương đối khi so sánh với các vật thể chuyển động khác, và vận tốc này khác với tốc độ thực tế của chúng.

Không khác biệt

Hai chiếc xe này có cùng vận tốc, theo nghĩa cả về tốc độ và hướng đi của chúng. Do đó vận tốc tương đối của chúng bằng không, và chúng sẽ duy trì một khoảng cách cố định với nhau.



XE ĐI VỚI TỐC ĐỘ 30 KM/H



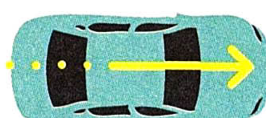
XE ĐI VỚI TỐC ĐỘ 30 KM/H

Bắt kịp

Chiếc xe màu vàng đang di chuyển nhanh hơn 30 km/h so với chiếc xe màu xanh lá cây, vì vậy có thể nói nó có vận tốc tương đối là 30 km/h so với chiếc xe màu xanh lá cây.



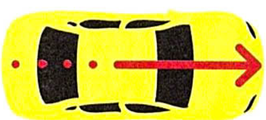
XE ĐI VỚI TỐC ĐỘ 60 KM/H



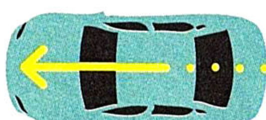
XE ĐI VỚI TỐC ĐỘ 30 KM/H

Ngược hướng

Hai chiếc xe đang đi cùng tốc độ nhưng ngược chiều nhau. Vận tốc tương đối của chúng đối với nhau đều là 60 km/h.



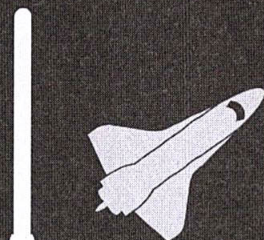
XE ĐI VỚI TỐC ĐỘ 30 KM/H



XE ĐI VỚI TỐC ĐỘ 30 KM/H

Cả ba định luật cùng áp dụng

Hiện tượng phóng tên lửa cho thấy định luật Newton trong thực tế. Cần phải có một lực tác động để thay đổi trạng thái chuyển động của tên lửa đứng yên (định luật thứ nhất); gia tốc của tên lửa phụ thuộc vào khối lượng của nó và lực được cung cấp bằng cách đốt nhiên liệu (định luật thứ hai); và lực đẩy của các động cơ bị kháng lại bởi một lực có độ lớn bằng nó, nhưng theo chiều ngược lại: lực cản (định luật thứ ba).



TÀU CON THOI MẤT 8,5 PHÚT ĐỂ TĂNG TỐC LÊN TỐC ĐỘ 28.000 KM/H

CHUYỂN ĐỘNG HƯỚNG LÊN

ĐỊNH LUẬT NEWTON THỨ NHẤT



Mọi vật thể sẽ đứng yên hoặc chuyển động đều theo một đường thẳng trừ phi có một lực bên ngoài tác động lên nó

Định luật chuyển động đầu tiên mô tả một thuộc tính của vật thể: quán tính, đó là khả năng chống lại việc thay đổi trạng thái chuyển động của nó trừ phi buộc phải làm như vậy do tác động từ một lực bên ngoài (xem trang 120-121).

Gia tốc

Gia tốc là sự thay đổi của vận tốc và được đo bằng đơn vị m/s trên giây (m/s^2). Đi chậm lại cũng làm xuất hiện một gia tốc, nhưng là với vận tốc đang giảm. Gia tốc được tính bằng cách lấy vận tốc ban đầu trừ đi vận tốc cuối cùng, và chia kết quả này cho biến thiên thời gian.

Tăng tốc

Nếu chiếc xe tăng gấp đôi tốc độ trong 1 phút, gia tốc của nó có thể được tính bằng cách tìm biến thiên vận tốc (6 m/s) và chia cho biến thiên thời gian (60 giây). Phép tính này cho kết quả 0,1 m/s trên giây, hay 0,1 m/s^2.



Đổi hướng

Một sự thay đổi hướng, chẳng hạn như rẽ, cũng làm thay đổi vận tốc. Bởi phải cần đến một lực để làm điều đó, rẽ là một trường hợp xuất hiện gia tốc mặc dù tốc độ không thay đổi.



Giảm tốc

Nếu chiếc xe này giảm một nửa tốc độ trong 1 phút, gia tốc của nó sẽ là -0,1 m/s^2. Đây là một giá trị âm vì vận tốc cuối cùng (6 m/s) nhỏ hơn vận tốc ban đầu (12 m/s).



LUỒNG KHÍ SAU MỘT VẬT THỂ CHUYỂN ĐỘNG

Khi một vật thể di chuyển trong không khí, nó đẩy không khí ra khỏi đường đi của mình. Không khí bị đẩy lùi tạo ra lực cản. Hiệu ứng cản có thể được giảm bớt bằng cách di chuyển vào luồng khí phía sau một vật thể chuyển động, nơi mà lực cản giảm. Điều này cho phép một chiếc xe theo sau đi với cùng một vận tốc của xe đằng trước nó, nhưng sử dụng ít nhiên liệu hơn.



CHUYỂN ĐỘNG HƯỚNG XUỐNG

ĐỊNH LUẬT NEWTON THỨ HAI

Gia tốc của vật thể phụ thuộc vào khối lượng của vật thể và lực tác dụng lên nó

Lực tác dụng lên vật càng lớn thì gia tốc của nó càng lớn. Điều này được thể hiện bằng công thức: lực = khối lượng x gia tốc.

ĐỊNH LUẬT NEWTON THỨ BA

Mọi hành động trong tự nhiên đều có một lực và một phản lực với độ lớn bằng nhau

Thuật ngữ "hành động" có nghĩa là lực được áp dụng, và "phản lực" là một lực tương đương nhưng theo hướng ngược lại. Định luật này cho thấy một lực không tự tồn tại mà là sự tương tác giữa hai đối tượng.

Các định luật chuyển động

Tất cả các chuyển động được điều chỉnh bởi ba định luật biểu thị mối quan hệ giữa khối lượng của một vật thể, các lực tác dụng lên nó và gia tốc sinh ra. Các định luật về chuyển động được Isaac Newton công bố năm 1687. Dù chúng đủ chính xác trong hầu hết các trường hợp ứng dụng, vào năm 1905, Albert Einstein đã đưa ra giả thuyết nổi tiếng rằng các định luật Newton sẽ không còn chính xác khi vật thể đạt đến tốc độ ánh sáng (xem trang 140-141).



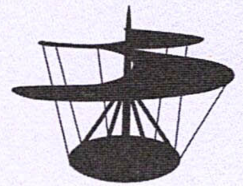
Máy cơ

Máy cơ đơn giản là thiết bị biến một loại lực thành loại khác. Có sáu máy cơ đơn giản, một vài trong số đó còn chẳng giống máy móc chút nào.

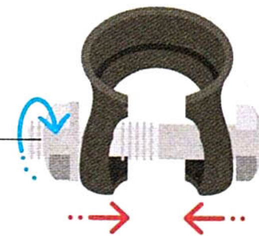
Sáu máy cơ đơn giản

Giống như hầu hết các thiết bị cơ khí, xe đạp là sự kết hợp của các máy cơ đơn giản. Một số, chẳng hạn như cơ cấu ròng rọc xích và đòn bẩy phanh, có chức năng cơ học rõ ràng. Những bộ phận khác có tính năng ít rõ ràng hơn, vì chúng được sử dụng để điều chỉnh, sửa chữa hoặc thậm chí để khiến cho việc đạp xe lên dốc dễ dàng hơn. Nhìn chung, đạp xe và bảo dưỡng xe đạp sử dụng tất cả sáu máy đơn giản: đòn bẩy, ròng rọc, bánh xe và trục quay, đinh ốc, nêm, và mặt phẳng nghiêng.

ỐC VÍT TRÊN KHÔNG LÀ TÊN LEONARDO DA VINCI ĐẶT CHO THIẾT KẾ TRỰC THĂNG BAN ĐẦU CỦA ÔNG



ĐINH ỐC



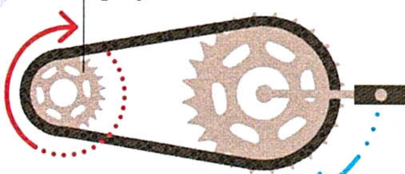
Siết chặt ốc vít giữ chắc yên xe có thể biến đổi rất nhiều vòng quay thành một lượng nhỏ lực nén rất mạnh. Bộ phận này thực chất là một cái nêm dài hình xoắn ốc.

NÊM

Khi sử dụng một bộ móc lốp để tách nó khỏi bánh xe là ta đang sử dụng nguyên tắc nêm. Một lực đẩy được biến thành một lực tách mạnh hơn, hoạt động trên một khoảng cách ngắn hơn.



RÒNG RỌC



Xích xe đạp về cơ bản là một hệ thống ròng rọc – một bánh xe (đĩa) dẫn động bánh còn lại (líp) bằng cách kéo xích. Kích thước tương đối của các bánh xe giúp xác định tốc độ và công suất tương đối của chúng.

BÁNH XE VÀ TRỤC QUAY

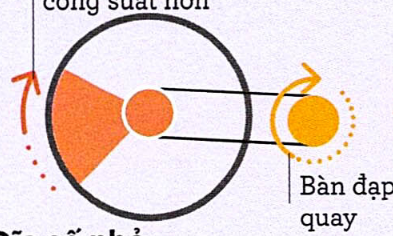


Một bánh xe quay trên một trục cố định, vượt qua ma sát (xem trang 126-127) bằng cách hoạt động như một đòn bẩy. Nó chuyển đổi rất nhiều chuyển động vành thành một chuyển động quay nhỏ nhưng mạnh mẽ ở trục xe.

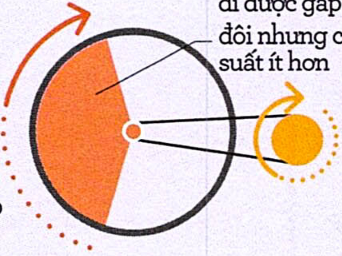


Lợi thế cơ học

Tất cả các máy đều áp dụng nguyên tắc lợi thế cơ học – một biện pháp giúp khuếch đại lực. Điều này có nghĩa là chúng cho phép bạn chuyển đổi một chuyển động lớn thành một chuyển động nhỏ hơn với công suất lớn hơn, như đòn bẩy làm bật nắp của một hộp sơn. Nhưng nó cũng có thể hoạt động theo chiều ngược lại, chẳng hạn như khi một người câu cá dùng sức mạnh tác động vào cán cần câu để quăng dây câu qua một vòng cung rộng. Chuyển động nhiều hơn cho công suất ít hơn, và ngược lại.



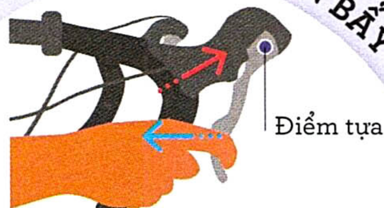
Đĩa số nhỏ
Trên một chiếc xe đạp, đĩa số nhỏ hơn giúp biến chuyển động xoay của bàn đạp thành nhiều năng lượng hơn để leo dốc, đổi lại tốc độ sẽ chậm đi.



Đĩa số lớn
Chuyển sang đĩa số lớn hơn khi lên đến đỉnh đồi làm tăng tốc độ.

CHÚ THÍCH Lực vào | Tải trọng (lực ra) | Điểm tựa

ĐÒN BẨY



Phanh xe đạp được vận hành bởi một đòn bẩy xoay quanh một điểm tựa. Đòn bẩy phóng đại một lực nhỏ thành một lực lớn hơn, bởi vì lực ban đầu tác động ở một khoảng cách lớn hơn. Kéo phanh làm siết chặt một dây cáp, khiến cặp má phanh kẹp vào vành bánh xe.

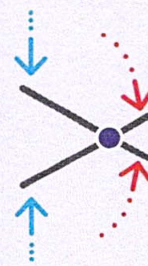
MẶT PHẲNG NGHIÊNG



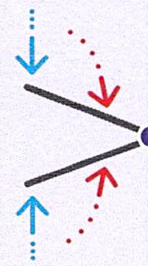
Đi xe đạp thẳng lên tường là điều không thể. Một mặt phẳng nghiêng hoặc đường dốc sẽ giúp giải quyết vấn đề bằng cách tăng khoảng cách người đi xe đạp phải đạp.

Phân loại đòn bẩy

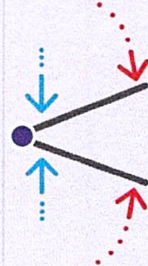
Có ba loại đòn bẩy, tùy thuộc vào vị trí của tải và lực vào so với điểm tựa. Chúng có thể được chọn để làm tăng sức mạnh hoặc chuyển động, theo các hướng khác nhau.



Đòn bẩy loại I
Tải trọng và lực vào nằm ở hai phía đối diện của điểm tựa. Ví dụ có thể kể đến là kéo và kìm.



Đòn bẩy loại II
Tải trọng nằm giữa lực vào và điểm tựa. Một ví dụ về đòn bẩy loại II là kẹp hạt dẻ.



Đòn bẩy loại III
Lực được áp dụng giữa tải và điểm tựa, chẳng hạn như một cái kẹp gắp hoặc nhíp.

Tỷ số truyền

Năng lượng dưới dạng lực quay, hay mô men xoắn, thường được truyền qua các bánh răng khớp vào với nhau. Nếu bánh răng lớn có số răng gấp ba lần bánh răng nhỏ, nó sẽ làm cho bánh răng nhỏ quay nhanh gấp ba lần. Nhiều bánh răng ghép với nhau tạo thành bộ truyền động bánh răng.

Bánh răng nhỏ quay nhanh hơn

BÁNH RĂNG CHỦ ĐỘNG

Tỷ số truyền
Bánh răng lớn điều khiển bánh răng nhỏ sẽ làm tăng tốc. Ngược lại, bánh răng nhỏ điều khiển bánh răng lớn sẽ cho công suất lớn.

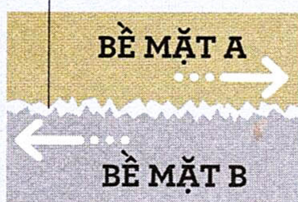
Ma sát

Ma sát là một lực đối kháng xảy ra khi hai vật hoặc chất cọ xát vào nhau, do ma sát là lực đẩy ngược hướng chuyển động. Khi một vật chuyển động qua chất lỏng hoặc khí, nó gây ra một dạng ma sát gọi là lực cản.

Lực đối kháng

Ma sát được tạo ra khi bề mặt của hai vật liệu gặp nhau. Ở cấp độ hiển vi, các bề mặt không bao giờ là nhẵn, và các vết nứt nhỏ sẽ sượt vào nhau khi các bề mặt di chuyển ngược chiều nhau. Mỗi vết sượt tạo một lực khá nhỏ, nhưng cùng nhau, chúng cộng lại thành một lực đối kháng làm chậm hoặc dừng chuyển động. Khi hai bề mặt di chuyển cùng nhau, ma sát giữa chúng chuyển đổi động năng thành nhiệt năng.

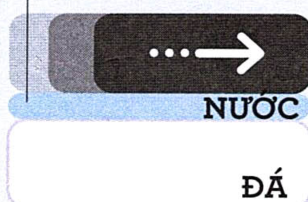
Độ nhám có nghĩa là hai bề mặt không thể dễ dàng di chuyển qua nhau



Chà xát

Ma sát có liên quan đến độ nhám của bề mặt. Sự tiếp xúc gần giữa các bề mặt do trọng lượng của một vật áp xuống vật kia gây ra.

Lớp nước



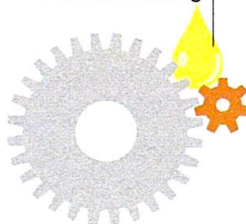
Trượt nhẹ nhàng

Nước đá rất trơn trượt bởi vì có một lớp mỏng nước lỏng tách khối đá ra khỏi các bề mặt khác, nên chúng tiếp xúc rất ít với nhau, và vì thế ma sát là khá nhỏ.

BÔI TRƠN

Ma sát giữa các bộ phận chuyển động trong máy sẽ gây ra tác động khi các bộ phận cọ xát vào nhau, làm mòn lẫn nhau. Để giảm hiệu ứng này, các bộ phận của máy cơ học thường được phủ bằng chất bôi trơn gốc dầu. Việc này tạo ra một "hàng rào trơn trượt" giữa các bề mặt và đủ dính để bao phủ các bộ phận trong một thời gian dài.

Dầu bôi trơn tạo thành một rào cản vật lý giữa các bánh răng



HAI BÁNH RĂNG

TÀU ĐỆM TỪ LOẠI BỎ MA SÁT GIỮA TÀU VÀ ĐƯỜNG RAY BẰNG CÁCH CHO PHÉP NÂNG CÁC TOA TÀU LÊN

Bám chặt vào đường

Bề mặt của lốp xe gồm rất nhiều các rãnh chống trượt. Những rãnh này khiến lốp xe nhám hơn và tiếp xúc được với nhiều phần của mặt đường gồ ghề. Rãnh trên bề mặt lốp cũng ép nước ra khỏi lốp xe. Độ bám dính và biến dạng giúp lốp xe bám đường, nhưng quá nhiều lực căng có thể làm biến dạng cao su ngoài khả năng đàn hồi của nó và khiến mặt lốp sẽ rách.



Rãnh lốp được thiết kế để tối đa hóa lực kéo trong một số điều kiện nhất định, chẳng hạn như mưa hoặc tuyết. Lốp xe thông thường sẽ làm nước bắn ra ngoài để nó không làm giảm tiếp xúc giữa lốp xe và đường, gây ra các vấn đề liên quan đến lực kéo.

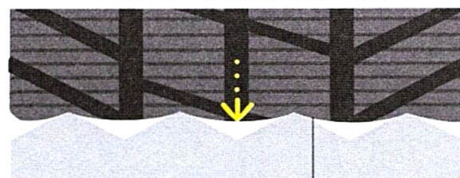
Độ bám và lực kéo

Lốp xe hơi được thiết kế để bám vào đường, tạo ra lực ma sát lớn với bề mặt đường. Ma sát này tạo ra lực kéo cho bánh xe để chúng có thể bám xuống mặt đường mỗi khi rẽ/quay đầu, đẩy xe về phía trước. Nếu không có đủ độ bám, bánh xe sẽ quay và trượt đi.

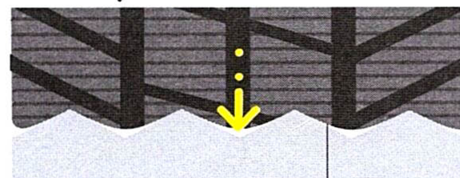
Tăng diện tích tiếp xúc

Trọng tải nặng ép lốp xe sát xuống đường nhiều hơn, làm tăng diện tích tiếp xúc và do đó làm tăng lực ma sát.

TẢI TRỌNG THẲNG ĐỨNG NHỎ

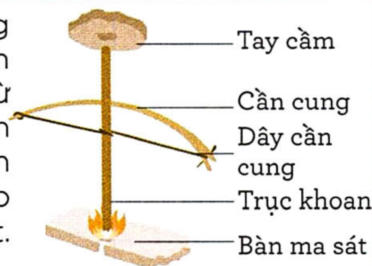


TẢI TRỌNG THẲNG ĐỨNG LỚN



SỬ DỤNG MA SÁT ĐỂ TẠO RA LỬA

Một vài cách phổ biến nhất để tạo ra lửa bằng cách tạo ma sát, chẳng hạn như cạ đá lửa trên một bề mặt cứng để tạo ra tia lửa. Để tạo lửa từ một cây khoan cần cung, phải di chuyển phần cần cung nhanh chóng qua trái và phải, khiến cho trục gỗ cứng nhọn của khoan xiết mạnh vào một rãnh chứa đầy mùn cưa trong bàn ma sát. Nhiệt do ma sát sẽ làm cho mùn cưa bốc cháy.



Giảm lực cản

Lực cản là ma sát xuất hiện khi các vật thể di chuyển qua chất lưu như nước và không khí. Cánh máy bay và thân tàu được thiết kế để giảm lực cản. Một số loại thân tàu, chẳng hạn như của tàu ba thân và tàu cánh ngầm, có giới hạn diện tích tiếp xúc với nước. Đầu cánh máy bay điều chỉnh luồng không khí hỗn loạn để giảm lực cản.



Hạn chế diện tích tiếp xúc với nước

Một tàu ba thân gồm ba thân tàu nhỏ, với tổng diện tích bề mặt tương đối nhỏ để giảm lực cản.

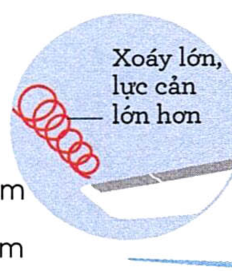


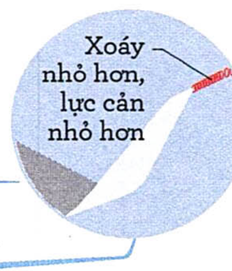
Nâng bề mặt tiếp xúc

Tàu cánh ngầm sử dụng các cánh ngầm phía dưới để nâng thân tàu lên trên hẳn mặt nước, giảm lực cản đi đáng kể.

Xoáy đầu cánh

Đầu cánh máy bay tạo ra các xoáy trong đường bay, làm giảm hiệu quả của nhiên liệu. Việc thêm vào đầu một cánh nhỏ làm giảm kích thước của đầu cánh và do đó làm giảm lực cản.





BÁM DÍNH

HƯỚNG DI CHUYỂN — LỐP XE — MẶT ĐƯỜNG — Liên kết phân tử hình thành — Liên kết phân tử bị phá vỡ

Bề mặt lốp cao su chứa các phân tử có liên kết hóa học dự phòng. Khi cao su tiếp xúc với đường, nó tạo thành các liên kết yếu với mặt đường, làm cho các vật liệu dính vào nhau trong tích tắc, trước khi tách ra khi các liên kết bị phá vỡ.

BIẾN DẠNG

HƯỚNG DI CHUYỂN — LỐP XE — MẶT ĐƯỜNG — Cao su bị biến dạng bởi các đỉnh nhỏ trên mặt đường

Lốp cao su rất linh hoạt, mặc dù nó có hình dạng xác định nhờ không khí áp suất cao bên trong. Lốp xe sẽ biến dạng dưới trọng lượng của xe, bao quanh các mảng gồ ghề trên đường. Nó tập trung trọng lượng của xe vào các mảng này, làm tăng độ bám.

RÁCH

HƯỚNG DI CHUYỂN — LỐP XE — MẶT ĐƯỜNG — Cao su rách

Cao su có thể bị kéo dãn và nén lại mà không bị thay đổi hoặc vỡ. Tuy nhiên, các lực mạnh vẫn có thể xé rách bề mặt lốp xe, làm giảm dần khả năng biến dạng của nó. Cuối cùng, ta vẫn cần thay thế lốp xe hoặc nó sẽ nổ tung.

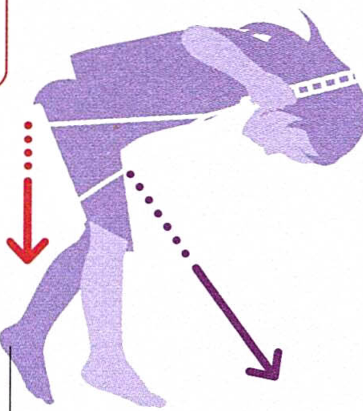
Lò xo và con lắc

Lò xo là một vật thể đàn hồi có thể trở về vị trí ban đầu sau khi nó bị nén hoặc kéo. Nó chịu tác động từ một lực gọi là lực đàn hồi, một khía cạnh quan trọng của dao động điều hòa đơn giản, trong đó một khối lượng di chuyển, hoặc dao động, xung quanh một điểm trung tâm. Đây là một điểm chung giữa chuyển động lò xo và chuyển động con lắc.

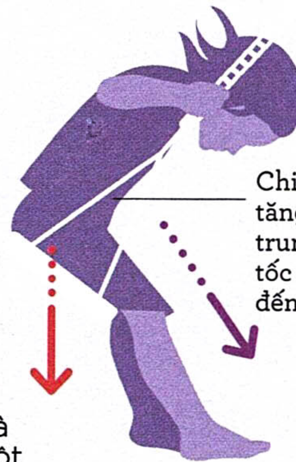
LÒ XO CÓ Ở ĐÂU TRONG NHÀ CỦA CHÚNG TA?

Chúng ta sử dụng lò xo trong hàng trăm vật dụng hằng ngày mà chẳng hề nhận ra nó, từ nệm và đồng hồ đến công tắc đèn, máy hút bụi và bản lề cửa.

CHÚ THÍCH
- Trọng lực
- Lực đàn hồi



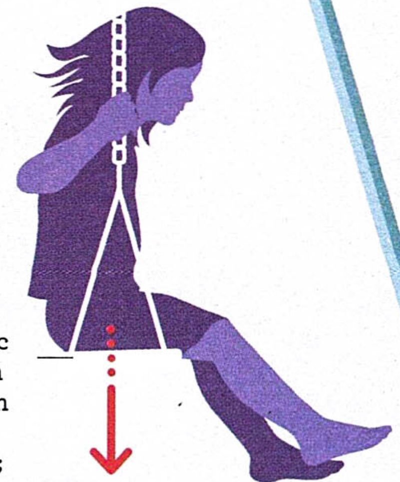
Lực đàn hồi đã kéo ghế đu dừng lại trong một khoảnh khắc trước khi nó di chuyển về phía trung tâm; tại vị trí này, vận tốc bằng không và lực đàn hồi ở mức tối đa



Chiếc ghế đu đang tăng tốc về phía trung tâm, tăng tốc nhanh hơn khi đến gần

Dao động trong một chuyển động con lắc xoay quanh điểm trục trung tâm này

ĐIỂM TRUNG TÂM



Tại điểm cân bằng, trọng lực và lực căng của ghế đu được cân bằng, do đó lực đàn hồi biến mất; ghế đu tiếp tục di chuyển sang phải

ĐIỂM CÂN BẰNG
VẬN TỐC = TỐI ĐA
LỰC ĐÀN HỒI = 0

Chuyển động của con lắc

Trong trường hợp đu quay ở sân chơi, tương tự với bất kỳ con lắc nào, lực đàn hồi là kết hợp của trọng lực kéo xuống và lực căng của dây xích gắn ghế đu vào một điểm trung tâm. Một dao động đầy đủ tạo ra vận tốc trung bình bằng 0 vì vật sẽ trở về điểm cân bằng.

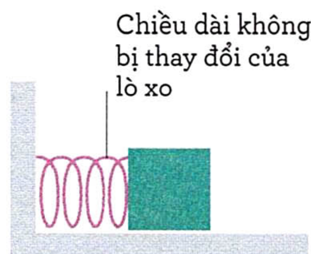
Dao động

Một dao động là chuyển động lặp đi lặp lại xung quanh một điểm trung tâm. Vật dao động vì một lực – lực đàn hồi – kéo vật trở lại điểm trung tâm. Tại điểm này, hệ thống cân bằng. Ví dụ về dao động bao gồm một con lắc chuyển động và một vật được móc vào lò xo. Trong cả hai trường hợp, chuyển động gồm tăng tốc và giảm tốc đều đặn.

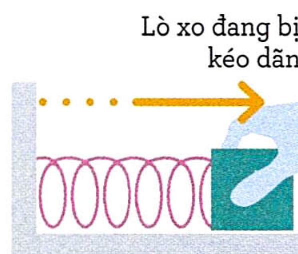


Lực đàn hồi

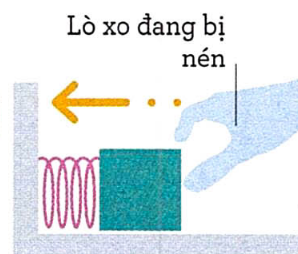
Lò xo là một vật thể đặc biệt đàn hồi, có nghĩa là nó có thể thay đổi hình dạng tạm thời trước khi trở lại hình dạng ban đầu. Khi một khối lượng kéo nó, lò xo sẽ dãn ra. Phần dãn tạo ra một lực đàn hồi lên lò xo, kéo nó trở lại hình dạng ban đầu. Khi lực đàn hồi bằng với lực làm biến dạng lò xo, nó sẽ ngưng dãn.



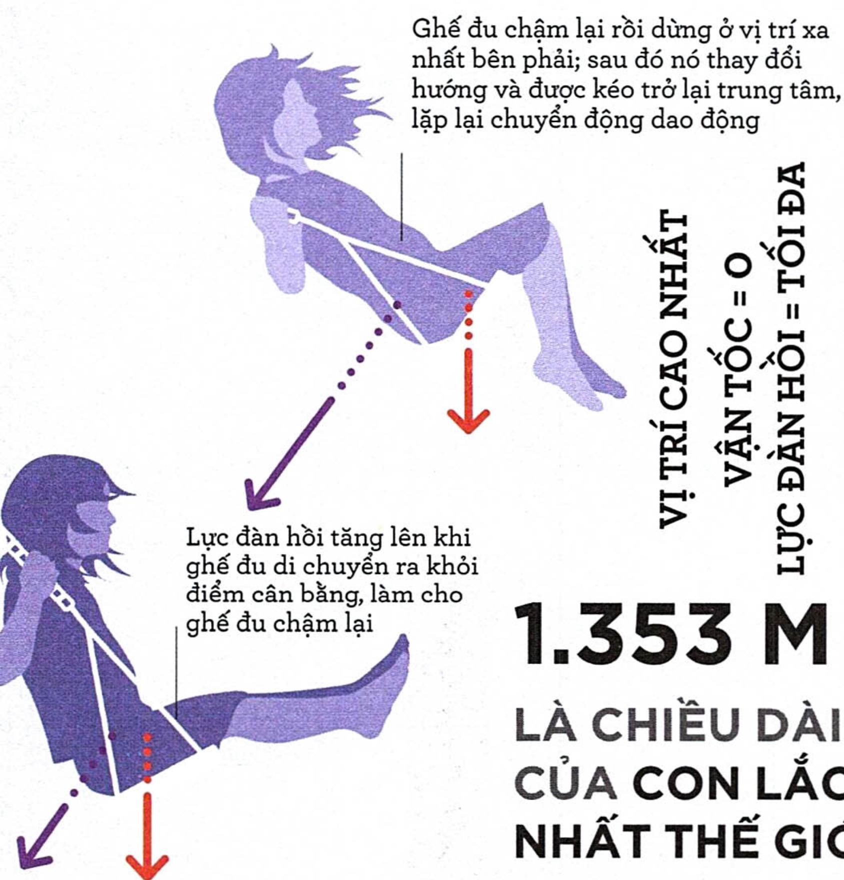
Trạng thái nghỉ
Khối lượng ở một đầu của lò xo không tác động lực lên nó. Đây được gọi là điểm cân bằng.



Lực kéo
Di chuyển khối lượng tạo ra một lực đàn hồi tác động lên lò xo, kéo nó trở lại điểm cân bằng.



Lực nén
Đẩy lò xo và thả ra khiến lò xo vượt quá điểm cân bằng, nhưng lực đàn hồi đã kéo nó trở lại.





1.353 M
LÀ CHIỀU DÀI CỦA CON LẮC DÀI NHẤT THẾ GIỚI

Mô đun Young

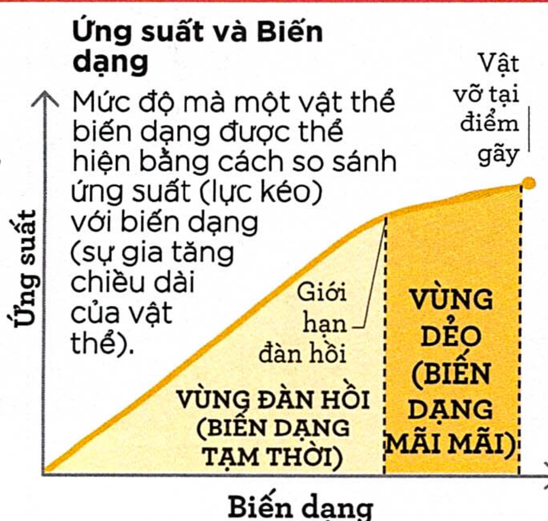
Các kỹ sư cần phải biết độ cứng của một chất để họ có thể tìm cách áp dụng nó trong ngành xây dựng. Độ đàn hồi của một chất được thể hiện bằng mô đun Young của nó, đại lượng biểu thị lực cần thiết để làm biến dạng nó. Mô đun Young được đo bằng pascal, đơn vị đo áp suất. Mô đun Young cao cho biết một vật liệu rất cứng và hầu như không thay đổi hình dạng khi kéo dãn. Giá trị thấp của đại lượng này cho thấy một chất có thể trải qua biến dạng đàn hồi lớn.

Chất liệu	Mô đun Young (pascal)
Cao su	0,01–0,1
Gỗ	11
Bê tông cường độ cao	30
Nhôm	69
Vàng	78
Thủy tinh	80
Men răng	83
Đồng	117
Thép không gỉ	215,3
Kim cương	1.050–1.210

Biến dạng

Một số lực có thể làm thay đổi hình dạng của vật liệu. Đầu tiên, một lực kéo sẽ gây biến dạng đàn hồi. Khi lực được loại bỏ, một lực đàn hồi sẽ kéo nó trở lại hình dạng ban đầu. Nếu lực kéo tiếp tục tăng, vật liệu sẽ vượt quá giới hạn đàn hồi của nó, đến lúc ấy, bất kỳ sự thay đổi hình dạng nào cũng sẽ là vĩnh viễn.

Ứng suất và Biến dạng
Mức độ mà một vật thể biến dạng được thể hiện bằng cách so sánh ứng suất (lực kéo) với biến dạng (sự gia tăng chiều dài của vật thể).

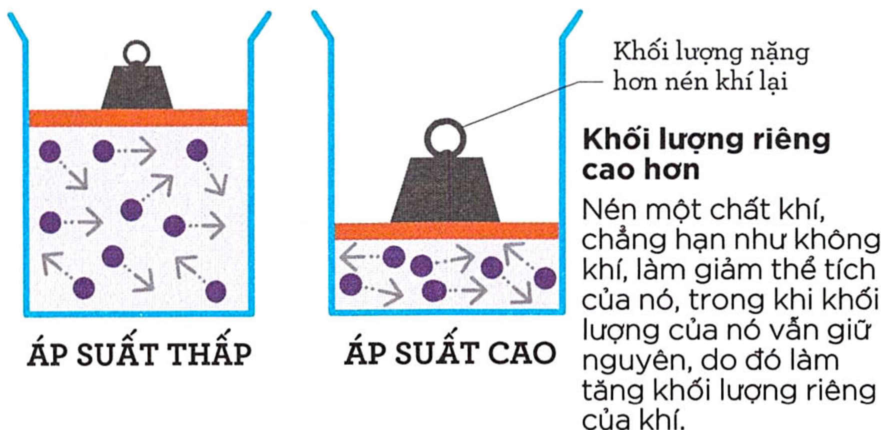


Áp suất

Áp suất là lực tác dụng lên một bề mặt chia cho diện tích bề mặt đó. Áp lực có thể tác dụng lên, hoặc gây ra bởi bất kỳ vật thể nào, bao gồm cả nước và không khí.

Áp suất chất khí

Khi lực tác dụng, một khí sẽ được nén lại thành một thể tích nhỏ hơn. Các phân tử được ép chặt hơn vào với nhau, cho đến khi chúng ngừng hoạt động như các phân tử khí và biến thành chất lỏng. Đây là lý do tại sao một xi lanh khí điều áp chắc chắn có chứa chất lỏng. Giảm áp suất bằng cách mở van cho phép chất lỏng chuyển trở lại thành khí.

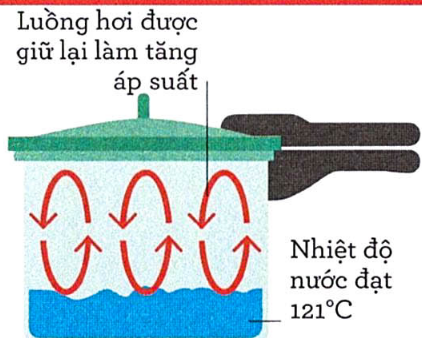


Khối lượng riêng cao hơn

Nén một chất khí, chẳng hạn như không khí, làm giảm thể tích của nó, trong khi khối lượng của nó vẫn giữ nguyên, do đó làm tăng khối lượng riêng của khí.

NỒI ÁP SUẤT HOẠT ĐỘNG THẾ NÀO?

Ở áp suất khí quyển, nước sôi ở 100°C. Hơi nước tạo thành trong quá trình này thường thoát ra ngoài, nhưng nồi áp suất sẽ giữ nó lại, làm tăng áp suất. Điều này làm tăng điểm sôi của nước đồng thời làm tăng nhiệt độ, giúp nấu thức ăn nhanh hơn.



Áp suất ở độ cao và độ sâu

Áp suất khí quyển được đo bằng ATM hoặc pascal (Pa). Áp suất ở mực nước biển là 1 ATM (101.325 Pa). Áp suất giảm theo độ cao do mật độ khối lượng không khí giảm. Vì không khí là một chất khí, điều này cho phép nó nở rộng và trở nên ít đặc hơn. Áp lực nước ở đại dương tăng theo độ sâu, nhưng mật độ của nó là không đổi.

11.000 M
9.000 M
7.500 M
6.000 M
4.500 M
3.000 M
1.500 M
0 M

MÁY BAY THƯƠNG MẠI — 0,21 ATM

ĐỈNH NÚI EVEREST — 0,31 ATM

"VÙNG CHẾT CHÓC" Ở NHỮNG KHU LEO NÚI — 0,35 ATM

ĐỈNH NÚI MONT BLANC — 0,55 ATM

ĐỘ CAO ĐIỂN HÌNH KHI NHẢY DÙ — 0,69 ATM

TÒA NHÀ BURJ KHALIFA, DUBAI — 0,91 ATM

MỰC NƯỚC BIỂN — 1 ATM

ĐỘ SÂU ĐIỂN HÌNH KHI LẶN — 2,97 ATM

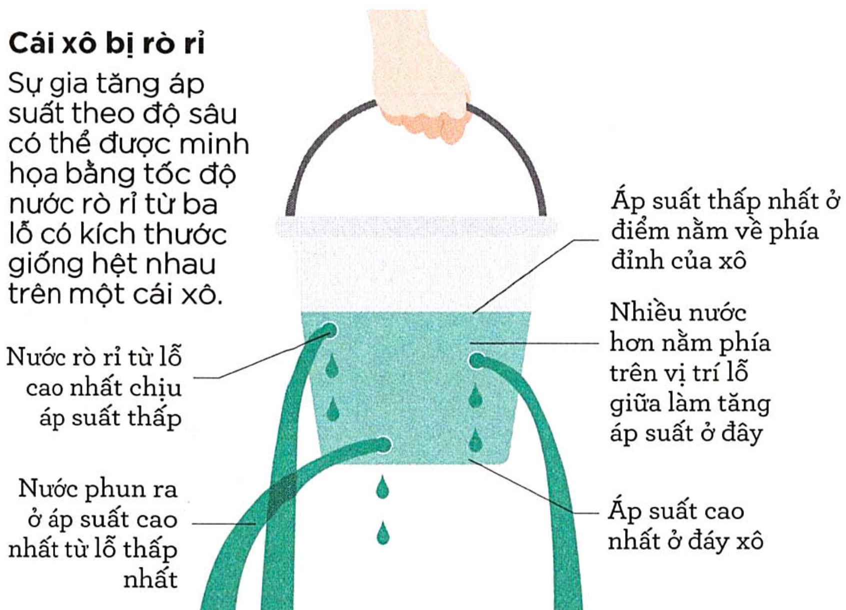


Áp suất chất lỏng

Khác với chất khí, rất khó để nén chất lỏng thành một thể tích nhỏ hơn. Bất kỳ áp lực nào tác dụng lên một chất lỏng cũng sẽ truyền qua nó. Ví dụ, nếu một chất lỏng chảy trong một đường ống, áp lực ở một đầu sẽ được truyền đến tận đầu bên kia của ống. Áp suất tăng theo độ sâu do trọng lượng của nước bên trên nó, đó là lý do tại sao đập nước phải dày hơn ở phần đáy. Áp suất cũng bị ảnh hưởng bởi mật độ khối lượng (khối lượng riêng). Chất lỏng càng đặc, áp suất càng cao.

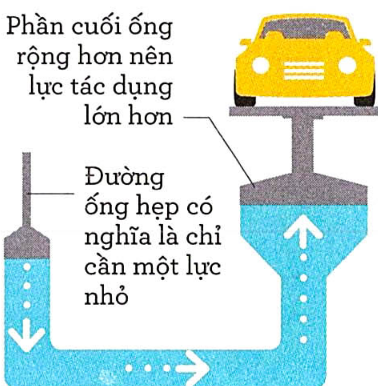
Cái xô bị rò rỉ

Sự gia tăng áp suất theo độ sâu có thể được minh họa bằng tốc độ nước rò rỉ từ ba lỗ có kích thước giống hệt nhau trên một cái xô.



THỦY LỰC HỌC

Khả năng gần như không thể bị nén của chất lỏng cho phép chúng truyền áp suất qua mạng lưới đường ống để vận hành máy móc. Bằng cách sử dụng một đường ống để liên kết một xi lanh bơm với một cơ cấu nâng có diện tích gấp đôi, lực tác dụng sẽ tăng gấp đôi, mặc dù áp suất vẫn giữ nguyên.



1.500 M
3.000 M
4.500 M
6.000 M
7.500 M
9.000 M
11.000 M

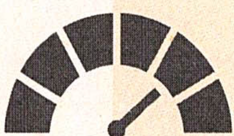
298 ATM
ĐỘNG VẬT CÓ VÚ CÓ KHẢ NĂNG LẶN SÂU NHẤT, CÁ VOI MÕM KHOẰM CUVIER

363 ATM
TÀN TÍCH CỦA TÀU TITANIC

605 ATM
ĐỘ SÂU TỐI ĐA CỦA TÀU NGẦM TỰ ĐỘNG

702 ATM
CÁ ỐC, HỌ CÁ LẶN SÂU NHẤT

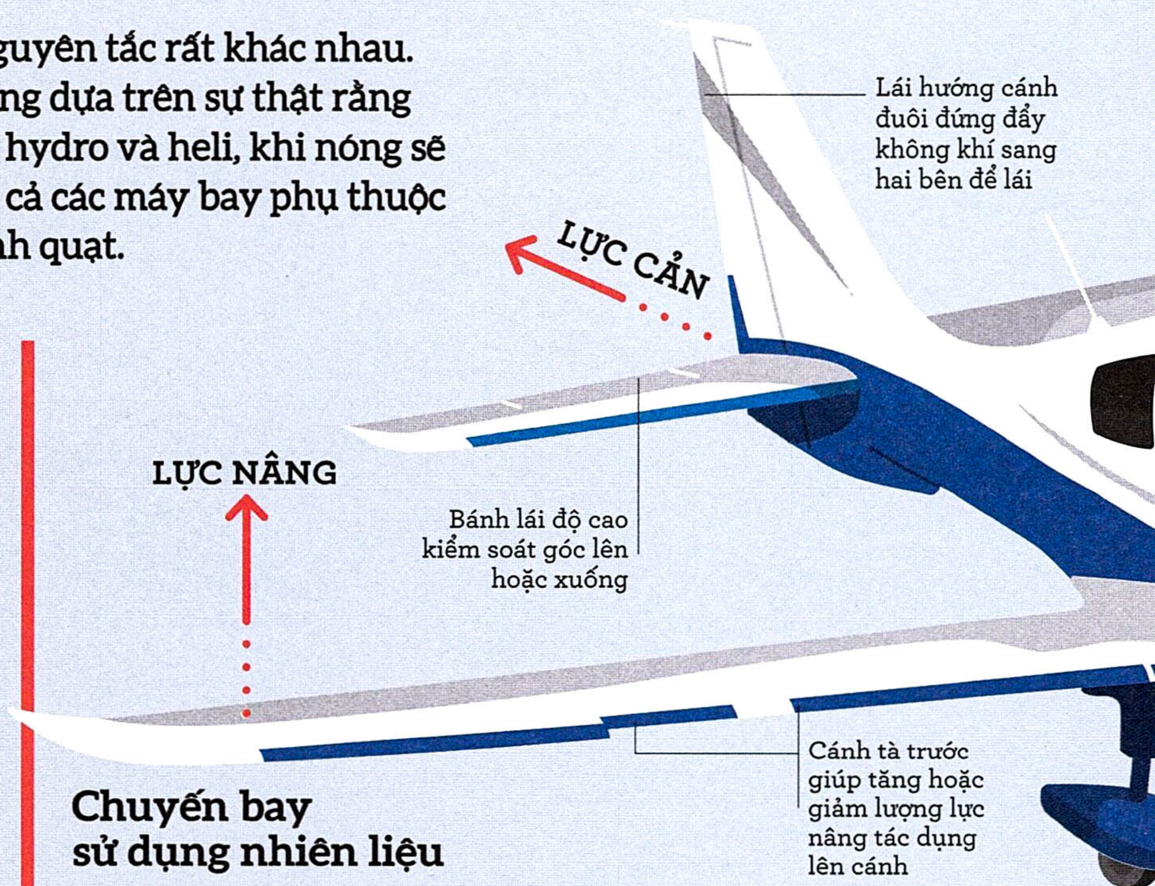
1.099 ATM
VỰC THẲM CHALLENGER, ĐIỂM SÂU NHẤT TRONG ĐẠI DƯƠNG



ÁP SUẤT Ở VỰC THẲM CHALLENGER CAO GẤP 1.099 LẦN ÁP SUẤT Ở MỰC NƯỚC BIỂN

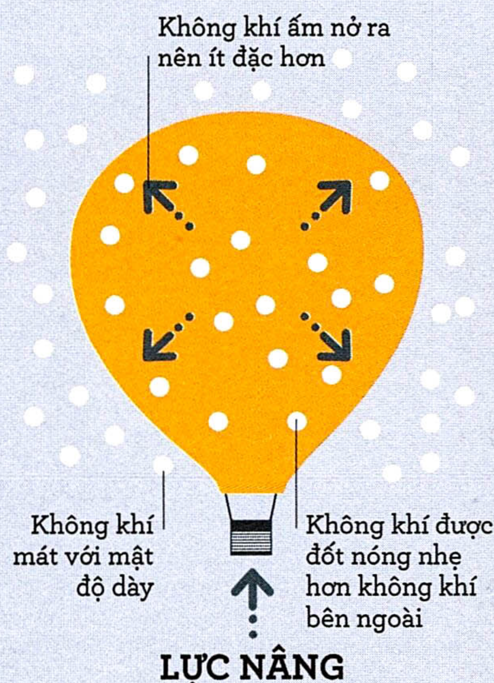
Bay lượn

Công nghệ bay sử dụng hai nguyên tắc rất khác nhau. Bong bóng và khí cầu hoạt động dựa trên sự thật rằng không khí hoặc chất khí, như hydro và heli, khi nóng sẽ bay lên trên. Trong khi đó, tất cả các máy bay phụ thuộc vào lực nâng từ cánh hoặc cánh quạt.



Nhẹ hơn không khí

Một quả bóng bay bình thường có thể bay lên bầu trời vì nó chứa đầy một loại khí nhẹ hơn không khí bên ngoài nó. Hầu hết các khí cầu có người lái bay lên bằng cách làm nóng không khí khiến nó nở ra; việc này làm cho không khí bớt đặc hơn và do đó nhẹ hơn không khí mát. Khí cầu thường chứa hydro hoặc heli. Heli cũng được sử dụng để thổi phồng bóng bay. Hydro nhẹ gấp đôi so với heli nhưng cực kỳ dễ cháy, còn heli thì không dễ cháy.



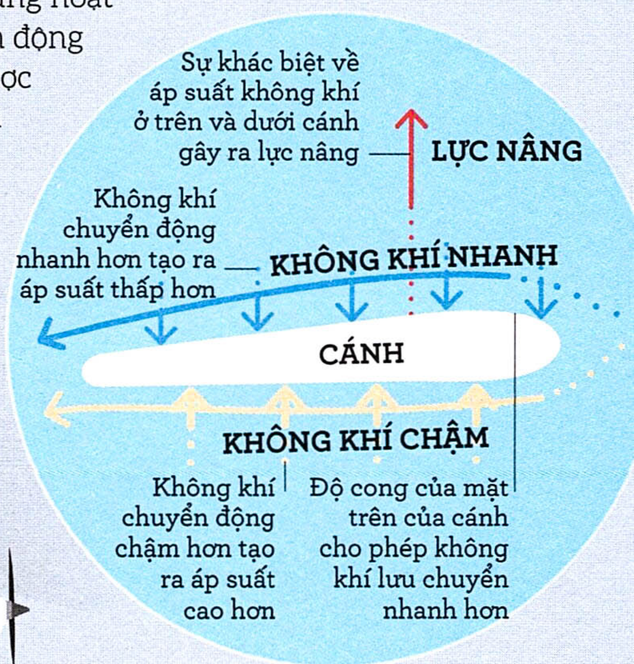
Lực nâng trong khinh khí cầu
Khi không khí được làm nóng, các phân tử của nó di chuyển ra xa nhau, và khí dãn nở. Vì có số phân tử khí trong cùng một thể tích thấp hơn, không khí bên trong khinh khí cầu ít đặc hơn.

Chuyến bay sử dụng nhiên liệu

Máy bay cánh cố định và máy bay trực thăng nặng hơn không khí. Chúng hoạt động bằng cách sử dụng chuyển động của các cánh hoặc cánh quạt được định hình đặc biệt để làm chệch hướng không khí, giảm áp suất phía trên chúng. Góc giữa cánh và luồng khí tới – góc tấn – là rất quan trọng. Để cất cánh, cánh tà sau phải được mở rộng để tăng góc tấn và độ cong của cánh, mang lại lực nâng tối đa có thể.



1 Chuẩn bị cất cánh
Một chiếc máy bay dựa vào chuyển động về phía trước để đẩy không khí trên đôi cánh của nó và tạo lực nâng để cất cánh. Nó sử dụng một động cơ mạnh mẽ để tăng tốc, trong khi các cánh tà sau có thể điều chỉnh giúp tăng lực nâng ở tốc độ thấp.



2 Nguyên lý Bernoulli
Áp suất thay đổi tùy thuộc vào chuyển động của môi trường – đây được gọi là Nguyên lý Bernoulli. Mặt trên của cánh có đường cong dài hơn mặt đáy, do đó không khí chảy nhanh hơn trên nó. Điều này làm giảm áp suất phía trên cánh, tạo thành lực nâng.

CÓ KHOẢNG 9.250 MÁY BAY CHỞ KHÁCH ĐANG Ở TRÊN KHÔNG TẠI BẤT KỲ THỜI ĐIỂM NÀO



LỰC NÂNG

Cánh tà sau được sử dụng để tăng lực nâng khi cất cánh và tăng lực cản để làm chậm máy bay khi hạ cánh; khi bay trong không trung, chúng sẽ được thu lại

Cánh quạt đẩy máy bay về phía trước bằng cách đẩy một khối không khí về phía sau nó

LỰC ĐẨY

TRỌNG LỰC

ĐÂU LÀ MÁY BAY NẶNG NHẤT TỪNG CẤT CÁNH?

Máy bay chở hàng Antonov An-225 được sản xuất vào năm 1985. Nó có trọng lượng tối đa 640 tấn và được trang bị sáu động cơ phản lực.

3 Bay

Lực nâng do cánh cung cấp sẽ triệt tiêu trọng lực, nhưng chỉ khi lực đẩy từ động cơ giữ cho máy bay di chuyển đủ nhanh. Lực đẩy này cũng phải vượt qua lực cản tạo ra bởi chính lực nâng.

MÁY BAY TRỰC THĂNG CẤT CÁNH NHƯ THẾ NÀO?

Cánh quạt quay nhanh của máy bay trực thăng tạo ra lực nâng giữ nó trong không khí. Di chuyển bộ điều khiển, được gọi là cần, làm thay đổi góc của các cánh quạt, đẩy trực thăng lên không trung.



Nghiêng các tấm chắn cũng làm các cánh quạt chúc xuống, tăng góc tấn và tăng lực nâng

Cuối cùng, lực nâng không cân bằng làm cho máy bay trực thăng nghiêng và bắt đầu cất cánh

Đầu tiên, phi công di chuyển cần điều khiển về phía trước để nghiêng các tấm chắn về phía trước

Đường Kármán

Mật độ khí giảm dần theo độ cao. Điều này làm giảm lực cản, cho phép máy bay bay nhanh hơn, nhưng nó cũng buộc máy bay phải bay nhanh hơn để tạo lực nâng. Trên độ cao 100 km, được gọi là Đường Kármán, việc dùng lực nâng của khí để hỗ trợ máy bay là không thể. Đường Kármán được coi là ranh giới giữa khí quyển Trái Đất và không gian.

TẦNG NHIỆT 80–600 km

Vào quỹ đạo

Để tiếp tục bay phía trên đường Kármán, một vật thể phải di chuyển với vận tốc quỹ đạo – tốc độ mà lực ly tâm triệt tiêu trọng lực (xem trang 214-215).

29.000 km/h

ĐƯỜNG KÁRMÁN 100 km

Tốc độ mà một chiếc máy bay cần phải duy trì để tiếp tục bay trên cao.

TẦNG TRUNG LƯU 50–80 km

TẦNG BÌNH LƯU 16–50 km

Tốc độ mà một máy bay thương mại cần phải duy trì để bay ở độ cao 12 km

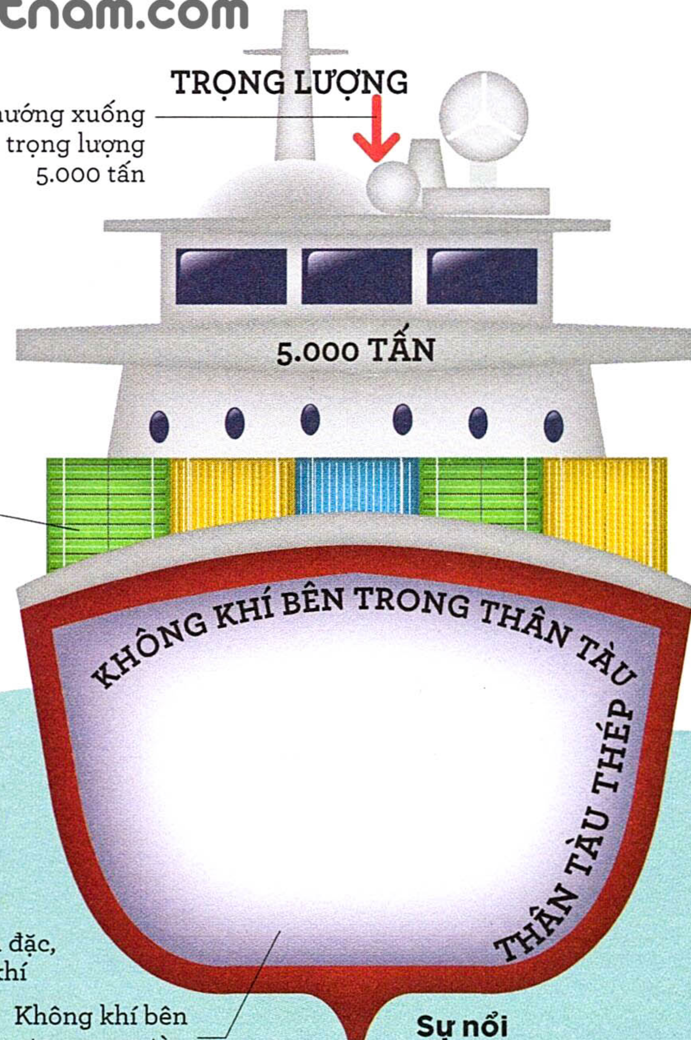
TẦNG ĐỐI LƯU 0–16 km



900 km/h

TẠI SAO ARCHIMEDES LẠI HÉT LÊN "EUREKA"?

Ông phát hiện ra rằng các vật thể nặng hơn nước sẽ thay thế thể tích nước vừa bằng thể tích của chúng – phát hiện này rất hữu ích trong việc đo thể tích của các vật thể có hình dạng bất kỳ.



Sự chìm

Một khối thép rắn có khối lượng riêng cao hơn tám lần so với nước. Khi một khối thép 5.000 tấn chìm xuống, nó thay thế một thể tích nước, nhưng lượng nước đó chỉ nặng khoảng 625 tấn. Trọng lượng của nước tác động một lực nổi nhỏ lên khối thép, nhưng nó không thể chống lại lực từ trọng lượng của thép, vì vậy khối thép vẫn tiếp tục chìm xuống.



Sự nổi

Một con tàu chở hàng bằng thép chứa đầy không khí bên trong, và do đó khối lượng riêng tổng thể của nó nhỏ hơn nước. Nó thay thế toàn bộ trọng lượng 5.000 tấn và nổi lên nhờ lực đẩy của 5.000 tấn nước trong đại dương.

Lực nổi

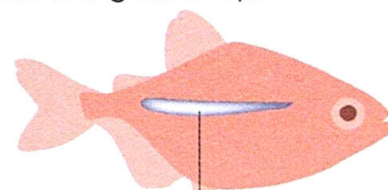
Lực nổi là một lực hướng lên trên, do chất lỏng và chất khí tác động lên chất rắn. Tuy nhiên, lực nổi có liên hệ với khối lượng riêng. Nếu một vật thể quá đặc, lực nổi sẽ không đủ để ngăn chặn nó chìm xuống.

Lực nổi là gì?

Khi được đặt trong chất lưu – chất lỏng hoặc chất khí – vật thể sẽ đẩy sang một bên, hoặc thay thế, một thể tích chất lưu bằng thể tích của chính nó. Nếu vật thể đặc hơn chất lưu, thể tích dịch chuyển sẽ có khối lượng nhỏ hơn khối lượng của chính vật thể, do đó vật thể sẽ chìm xuống. Nhưng một vật thể có khối lượng riêng thấp hơn chất lưu sẽ nổi, vì lực nổi sẽ cân bằng trọng lượng của nó.

BONG BÓNG CÁ

Giống như tàu ngầm, một số loài cá nổi trong nước bằng cách giải phóng các khí hòa tan trong máu, qua các tuyến khí, vào bong bóng cá. Điều này làm tăng thể tích của bóng khí, làm cho cá bớt "đặc" hơn và khiến nó nổi lên. Nếu muốn chìm, khí được hòa tan vào trong máu một lần nữa, làm cho bóng khí co lại.

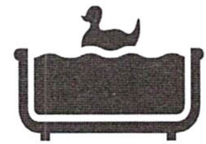


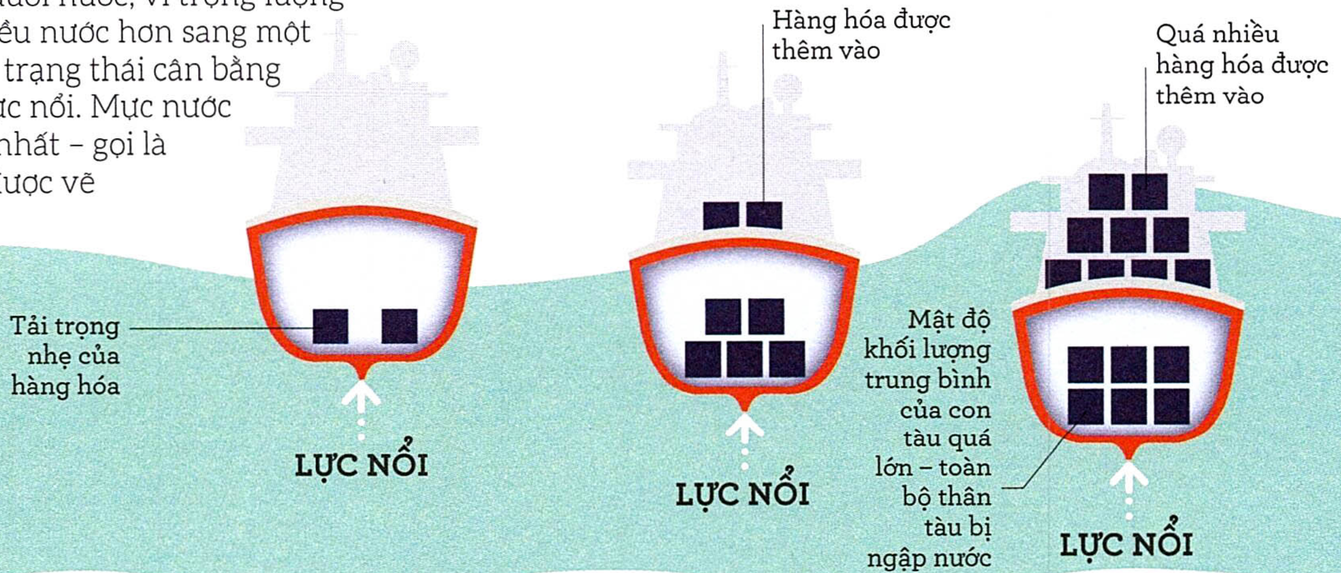


Trọng lượng và mật độ khối lượng

Khi hàng hóa được chất lên tàu, phần không gian phía trên của nó chứa đầy hàng hóa nặng hơn không khí và do đó mật độ khối lượng tổng thể của nó tăng lên. Mỗi khi có một món hàng được chất lên, con tàu lại chìm sâu hơn dưới nước, vì trọng lượng lớn hơn của nó sẽ đẩy nhiều nước hơn sang một bên, cho đến khi đạt được trạng thái cân bằng mới giữa trọng lượng và lực nổi. Mực nước cho tải trọng an toàn cao nhất – gọi là đường Plimsoll – thường được vẽ trên thân tàu.

TẤT CẢ CÁC VẬT THỂ NỔI THAY THẾ MỘT THỂ TÍCH NƯỚC BẰNG THỂ TÍCH CỦA NÓ





Tàu ngầm

Để lặn sâu và nổi lên theo ý muốn, các tàu ngầm kiểm soát mật độ khối lượng trung bình của chúng bằng cách sử dụng các thùng chứa khí nén. Miễn là có nguồn năng lượng, tàu ngầm có thể làm điều này vô thời hạn bởi vì khi nổi lên mặt nước, tàu ngầm có thể bơm không khí mới từ khí quyển và nén nó vào bể chứa để sẵn sàng cho lần nổi lên tiếp theo.

Không khí nén

Không khí ở áp suất khí quyển trong bể dằn

Không khí rời bể dằn khi nó được thay thế bằng nước

Nước bị kéo vào

Bể dằn với lượng nước vừa phải để duy trì độ sâu

Khí nén thoát ra từ bể thay thế nước

Nước bị đẩy ra

1 Trên mặt nước
Một tàu ngầm có một bể chứa trung tâm chứa khí nén. Các bể khác, được gọi là bể dằn, nằm trong một lớp giống như một lớp "áo khoác" giữa vỏ bên trong và bên ngoài của tàu ngầm.

2 Lặn xuống
Để lặn xuống, một chiếc tàu ngầm chỉ cần cho nước chảy vào bể dằn. Nước sẽ thay thế phần không khí không bị nén. Mật độ khối lượng tổng thể của tàu ngầm tăng lên, làm cho nó nặng hơn nước, do đó nó chìm.

3 Ở độ sâu nhất định
Tàu ngầm phải cân bằng lượng nước và không khí trong các bể để không bị chìm sâu hơn mức mong muốn.

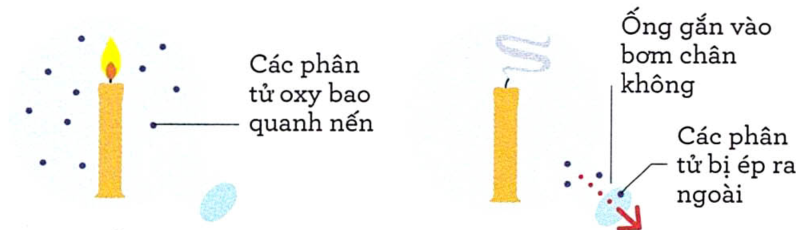
4 Nổi lên
Để nổi lên, một tàu ngầm tăng lực nổi bằng cách giải phóng khí nén vào bể dằn, đẩy nước ra ngoài. Mật độ khối lượng tổng thể của tàu ngầm giảm xuống thấp hơn nước và tàu nổi lên.

Chân không

Chân không hoàn hảo là một vùng không gian trống rỗng, không chứa bất kỳ loại vật liệu nào. Điều này chưa bao giờ được quan sát thấy trong thực tế – ngay cả không gian bên ngoài vũ trụ cũng chứa một số vật chất nhất định, tạo ra một áp suất có thể đo được – vì vậy chân không trong thế giới thực được gọi là chân không một phần.

Chân không là gì?

Từ thế kỷ 17, người ta đã có thể tạo ra một chân không bằng cách dùng máy bơm hút không khí ra khỏi vật chứa. Các thí nghiệm cho thấy lửa tắt và âm thanh không thể đi qua nó, bởi vì âm thanh cần một môi trường, như không khí, để truyền qua. Ánh sáng không cần môi trường nên có thể đi qua chân không.



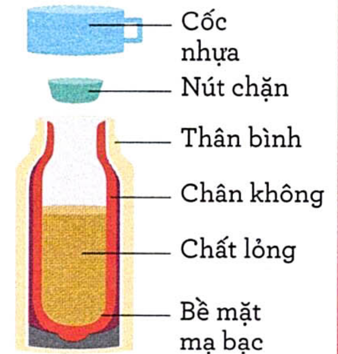
Ngọn lửa trong không khí
Một ngọn nến cháy bên trong một vật chứa đầy không khí. Oxy trong không khí phản ứng với sáp để giải phóng nhiệt và ánh sáng.

Ngọn lửa tắt
Hút không khí ra để tạo chân không dẫn đến việc lửa tắt. Điều này là do quá trình đốt cháy cần có oxy.

Môi trường	Áp lực (pascal)	Số phân tử trên mỗi cm khối
Không khí chuẩn	101.325	$2,5 \times 10^{19}$
Máy hút bụi	Khoảng 80.000	1×10^{19}
Tầng nhiệt của Trái Đất	1-0,0000007	10^{7}-10^{14}
Bề mặt Mặt Trăng	1-0,000000009	400.000
Không gian liên hành tinh		11
Không gian liên thiên hà		0,000006

BÌNH GIỮ NHIỆT CHÂN KHÔNG HOẠT ĐỘNG NHƯ THẾ NÀO?

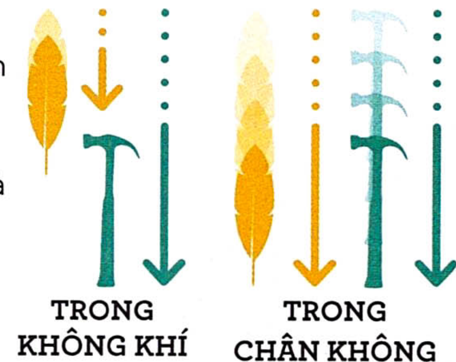
Một bình giữ nhiệt chân không sử dụng chân không để ngăn chất lỏng nóng nguội đi và ngăn chất lỏng lạnh nóng lên. Chất lỏng nằm trong ngăn chứa được bao quanh bởi chân không, ngăn chặn dòng đối lưu truyền nhiệt ra bên ngoài. Bình được mạ bạc ở cả hai mặt để phản xạ nhiệt trở lại bên trong và phản xạ nhiệt ra bên ngoài.

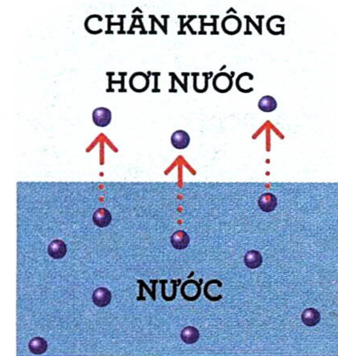


Bên trong chân không

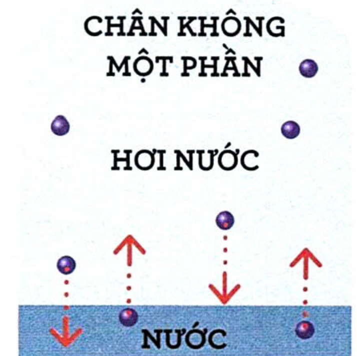
Vật liệu sẽ luôn lan ra để lấp đầy bất kỳ khoảng trống nào. Quá trình này là nền tảng cho việc tạo ra "vòi hút" trong một máy hút bụi, bởi vì không khí từ bên ngoài sẽ tràn vào chân không được tạo ra bên trong. Các phân tử trong vật liệu được đặt trong chân không, đặc biệt là phân tử chất lỏng, cũng sẽ phá vỡ các liên kết của chúng để tạo thành một loại khí lấp đầy khoảng trống rỗng đó.

Không có lực cản
Các vật thể rơi trong chân không sẽ không gặp phải sức cản không khí, vốn sẽ làm chậm vận tốc rơi của chúng. Một cái búa và một chiếc lông vũ sẽ rơi ở các tốc độ khác nhau trong không khí, nhưng chúng lao thẳng xuống cùng lúc trong chân không.





Chân không hoàn hảo
Khi tiếp xúc với chân không, các phân tử nước trở thành hơi, lấp đầy không gian. Rất ít trong số chúng chuyển trở lại thành chất lỏng.



Chân không một phần
Nước bay hơi, làm tăng áp suất. Hệ thống đạt đến trạng thái cân bằng khi các phân tử nước di chuyển đều theo cả hai hướng.



Tiếp xúc với chân không

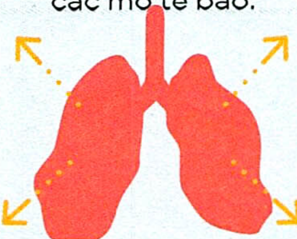
Không gian vũ trụ là một khoảng chân không gần hoàn hảo. Phi hành gia đi bộ trong không gian không chỉ buộc phải mặc đồ bảo hộ để bảo vệ họ khỏi bức xạ, ánh sáng mặt trời và sự lạnh lẽo của không gian trống, mà còn để tạo ra một bầu không khí với áp suất xung quanh cơ thể. Nếu bộ đồ hoặc tấm che mặt bị hư hại, một cái chết tức khắc là điều gần như chắc chắn, nhưng nó sẽ không kịch tính như thường được mô tả trong phim khoa học viễn tưởng.



GẤU NƯỚC LÀ LOẠI ĐỘNG VẬT CỰC NHỎ CÓ THỂ TỒN TẠI TRONG CHÂN KHÔNG VŨ TRỤ

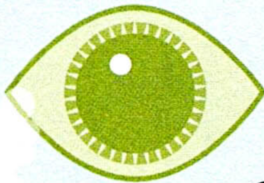
1 Khí thoát ra nhanh chóng

Các khí bên trong phổi và ruột sẽ ào ra khỏi các lỗ trên cơ thể để tràn vào chân không, gây tổn thương cho các mô tế bào.



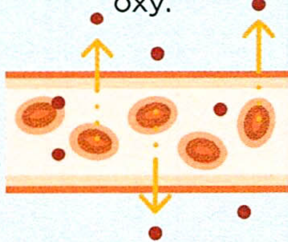
2 Khô kiệt nước

Bất kỳ loại nước nào tiếp xúc với chân không cũng sẽ bay hơi trong vài giây. Mắt cũng như niêm mạc miệng và mũi sẽ khô lại, sương giá bắt đầu hình thành trên da.



3 Thiếu oxy nghiêm trọng

Trong chân không, oxy sẽ thoát ra khỏi máu, khiến các mô cơ thể bị thiếu hụt nguồn oxy.



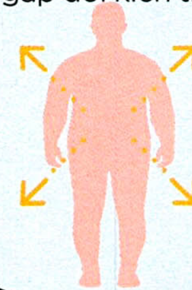
4 Cái chết

Không có oxy trong não, phi hành gia sẽ bất tỉnh sau khoảng 15 giây. Não sẽ chết trong vòng 90 giây nếu không được cung cấp oxy.



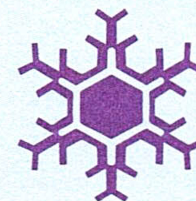
5 Cơ thể dãn nở

Cơ thể sẽ bắt đầu bị phá vỡ, giải phóng chất lỏng và khí làm nó phồng lên gấp đôi kích thước.



6 Cơ thể đông lạnh

Sau vài giờ tiếp xúc với chân không, cơ thể sẽ nguội dần xuống dưới điểm đóng băng của nước và nó hoàn toàn trở thành chất rắn.

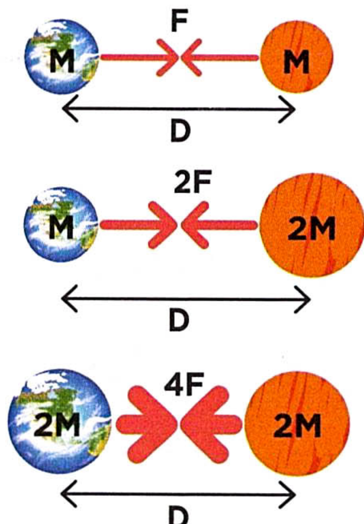


Trọng lực

Chúng ta có thể xem trọng lực là một lực hấp dẫn. Nó kéo các vật thể rơi xuống đất và giữ Trái Đất trong một quỹ đạo quay quanh Mặt Trời. Isaac Newton lần đầu tiên mô tả lực hấp dẫn bằng toán học vào thế kỷ 17.

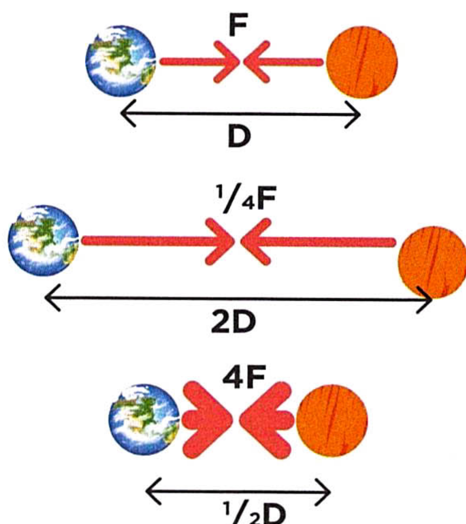
Đặc điểm của trọng lực

Trọng lực là một lực hấp dẫn kéo vật chất lại với nhau. Như được trình bày trong định luật vạn vật hấp dẫn của Newton, cường độ của lực hấp dẫn phụ thuộc vào hai yếu tố: khối lượng của các vật thể có liên quan và khoảng cách giữa chúng. Trọng lực là lực yếu nhất trong bốn lực cơ bản của tự nhiên (xem trang 27). Tuy nhiên, các khối lượng siêu lớn như sao và thiên hà vẫn tạo ra một lực hấp dẫn lớn đủ khả năng hoạt động trên một khoảng cách dài.



Trọng lực và khối lượng

Giả sử khoảng cách (D) giữa hai vật giữ nguyên, trọng lực (F) tỷ lệ thuận với khối lượng (M) của chúng. Nhân đôi khối lượng của một vật (2M) làm nhân đôi lực hút (2F) giữa các vật. Nhân đôi khối lượng của cả hai vật làm tăng lực kéo gấp bốn (4F).



Trọng lực và khoảng cách

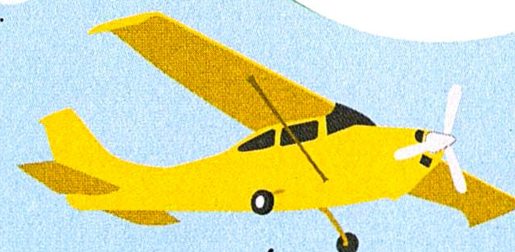
Trọng lực tỷ lệ nghịch với bình phương khoảng cách (D) giữa hai vật thể, giả sử khối lượng của các vật vẫn giữ nguyên. Nhân đôi khoảng cách (2D) làm giảm lực hấp dẫn gấp bốn (¼F). Giảm một nửa khoảng cách (½D) làm lực hấp dẫn tăng gấp bốn (4F).

Vận tốc cuối

Trọng lực làm cho các vật đang rơi xuống tăng tốc, đạt tới vận tốc lớn hơn khi chúng gần mặt đất hơn. Tuy nhiên, các vật rơi trong một thời gian dài sẽ đạt vận tốc tối đa, hoặc vận tốc cuối. Điều này xảy ra khi lực kéo của trọng lực bằng với lực cản hướng lên của không khí.

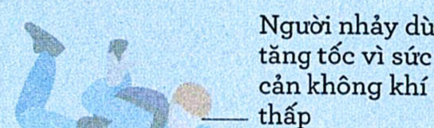
LỰC G LÀ GÌ?

Lực G là một sự thay đổi trong chuyển động của vật thể, có thể khiến một người cảm thấy nặng nề hơn khi họ tăng tốc. Trọng lực khi một người đứng trên mặt đất là 1 g (với g là gia tốc trọng trường).

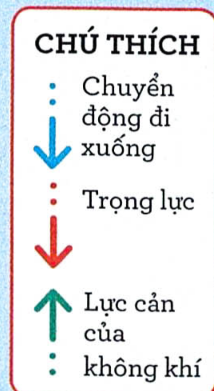


TĂNG TỐC

0
1
2
3
4
5
6
7
8



Người nhảy dù tăng tốc vì sức cản không khí thấp



Trọng lực và sức cản không khí

Người nhảy dù tăng tốc ở mức 9,8 m/s trên giây – gia tốc của tất cả các vật rơi. Khi anh tăng tốc, lực cản không khí tác dụng lên cơ thể anh cũng tăng lên.



Khối lượng và trọng lượng

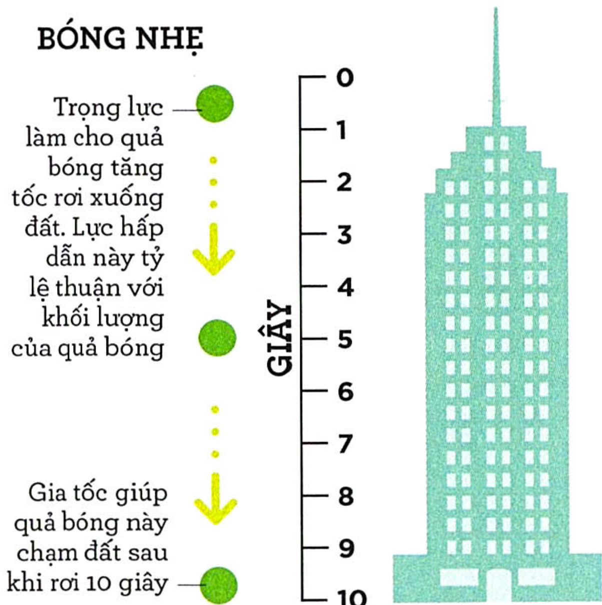
Khi mô tả các vật thể trên Trái Đất, khối lượng và trọng lượng là các thuật ngữ có thể hoán đổi cho nhau. Tuy nhiên, khối lượng là một thước đo độc lập để xác định chất liệu và năng lượng trong một vật thể, trong khi đó trọng lượng là lực tác dụng lên một khối lượng bởi trường hấp dẫn của Trái Đất.

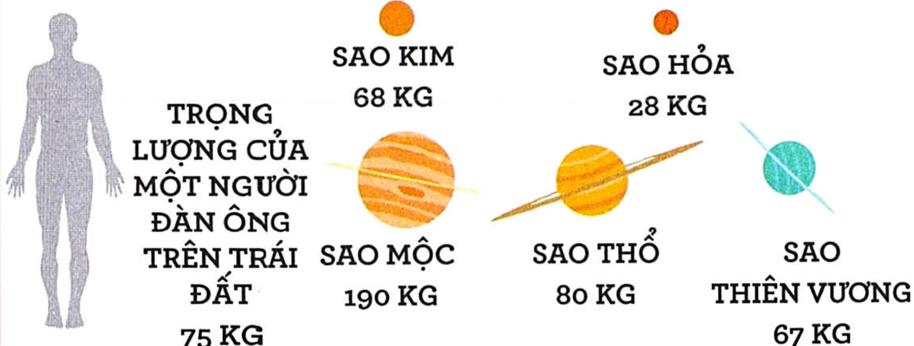
Hạ cánh đồng thời

Một quả bóng nhẹ và một quả bóng nặng rơi (tăng tốc) với cùng tốc độ. Trọng lực tác dụng trên quả bóng nặng lớn hơn, bởi vì lực này tỷ lệ thuận với khối lượng. Lực lớn hơn này khiến quả bóng nặng tăng tốc nhanh bằng quả bóng nhẹ.

CÂN NẶNG CỦA CHÚNG TA THAY ĐỔI THẾ NÀO TRÊN CÁC HÀNH TINH KHÁC?

Mặc dù khối lượng vật thể vẫn giữ nguyên, trọng lượng của nó phụ thuộc vào lực hấp dẫn, thay đổi từ hành tinh này sang hành tinh khác. Trên các hành tinh nhỏ hơn, một người sẽ nhẹ hơn so với khi ở trên Trái Đất, nhưng họ sẽ nặng hơn nhiều khi ở trên các hành tinh lớn hơn, như Sao Mộc.





Thuyết tương đối hẹp

Năm 1905, Albert Einstein đã đề xuất một cách hiểu mang tính cách mạng về cách thức chuyển động, không gian và thời gian có liên hệ với nhau. Ông gọi đó là thuyết tương đối hẹp (thuyết tương đối đặc biệt) và mục đích của nó là giải quyết câu hỏi lớn nhất đối với ngành vật lý thời bấy giờ – mâu thuẫn giữa cách mà ánh sáng và vật thể di chuyển trong không gian.

Các định luật mâu thuẫn

Định luật về chuyển động nói rằng vận tốc của mọi vật thể đều là tương đối so với chuyển động của các vật thể khác. Tuy nhiên, theo quy luật của điện từ học, ánh sáng truyền đi với tốc độ cố định. Ánh sáng luôn đến mắt một người quan sát ở tốc độ nhất định, cho dù nguồn sáng là tĩnh, di chuyển về phía người quan sát, hay di chuyển ra xa người ấy.

CHÙM ÁNH SÁNG

Tốc độ ánh sáng là không đổi đối với cả ba người quan sát

Vận tốc tương đối của các xe là khác nhau đối với một người đứng yên và hai người lái xe



Câu hỏi cần phải trả lời

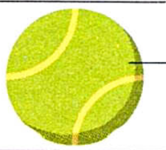
Hai xe hơi chuyển động có vận tốc tương đối phụ thuộc vào vị trí của người quan sát. Vậy tại sao vận tốc ánh sáng lại không thay đổi theo vận tốc của người quan sát?



CO NGẮN CHIỀU DÀI

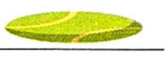
Tương tự việc chậm lại trong thời gian, không gian xung quanh một vật thể chuyển động cũng co lại. Ta không thể đo lường được sự co lại này bởi vì các thiết bị đo cũng sẽ co lại theo cùng một lượng. Khi vật thể tiến gần đến tốc độ ánh sáng, không gian bị co lại theo điểm nhìn của người quan sát và thời gian dãn ra cực đại, vật thể dường như ngừng di chuyển hoàn toàn.

TIỆM CẬN TỐC ĐỘ ÁNH SÁNG



Quả bóng đứng yên có dạng hình tròn đều





Khi được quan sát bởi một người đứng yên, quả bóng co lại theo hướng di chuyển khi nó tiến gần hơn đến tốc độ ánh sáng

Thời gian dãn nở

Einstein đã giải thích mâu thuẫn giữa vận tốc ánh sáng và vận tốc của các vật thể khác bằng cách đưa ra giả thuyết rằng: khi một vật thể di chuyển nhanh hơn trong không gian, nó cũng di chuyển chậm hơn theo thời gian. Điều này có nghĩa là thời gian trôi qua với tốc độ khác nhau đối với người quan sát di chuyển ở vận tốc khác nhau. Đối với người quan sát đứng yên, thời gian di chuyển nhanh hơn so với người quan sát di chuyển gần với tốc độ ánh sáng.

Phi hành gia ở trong cùng một con tàu vũ trụ với ánh sáng truyền đi theo cùng một cách

Chùm tia đi từ trần xuống sàn theo một đường thẳng đứng

Giải thích tốc độ không đổi của ánh sáng

Bên trong một con tàu vũ trụ di chuyển với tốc độ gần bằng ánh sáng, một phi hành gia sử dụng đồng hồ để đo tốc độ ánh sáng sẽ thấy rằng ánh sáng truyền đi một khoảng cách tương đối ngắn trong một thời gian ngắn. Đối với một người quan sát đứng yên, ánh sáng di chuyển một khoảng cách xa hơn trong một thời gian dài hơn. Nhưng cả hai nhà quan sát đều đo được rằng ánh sáng di chuyển với cùng tốc độ.

Sử dụng đồng hồ có độ chính xác cao, một phi hành gia đo thời gian cần thiết để một chùm ánh sáng truyền từ trần xuống sàn tàu vũ trụ của anh ta

ĐIỂM NHÌN CỦA PHI HÀNH GIA



Khối lượng và năng lượng

Khi Einstein suy nghĩ về cách ánh sáng luôn truyền đi với một tốc độ cố định, ông cũng đồng thời kiểm tra bản chất của khối lượng và năng lượng. Ông nhận ra rằng khối lượng và năng lượng tỷ lệ thuận với nhau theo phương trình nổi tiếng E = mc², trong đó E là năng lượng, m là khối lượng và c là tốc độ ánh sáng. Thêm năng lượng cho một vật thể đứng yên có thể làm cho nó di chuyển. Vì năng lượng và khối lượng có liên hệ tỷ lệ thuận với nhau, chuyển động làm cho vật thể trở nên nặng hơn so với khi nó đứng yên. Ở tốc độ thấp, hiệu ứng này không đáng kể, nhưng ở tốc độ gần với tốc độ ánh sáng, một vật thể có khối lượng tiệm cận mức vô hạn.

$$E = mc^2$$

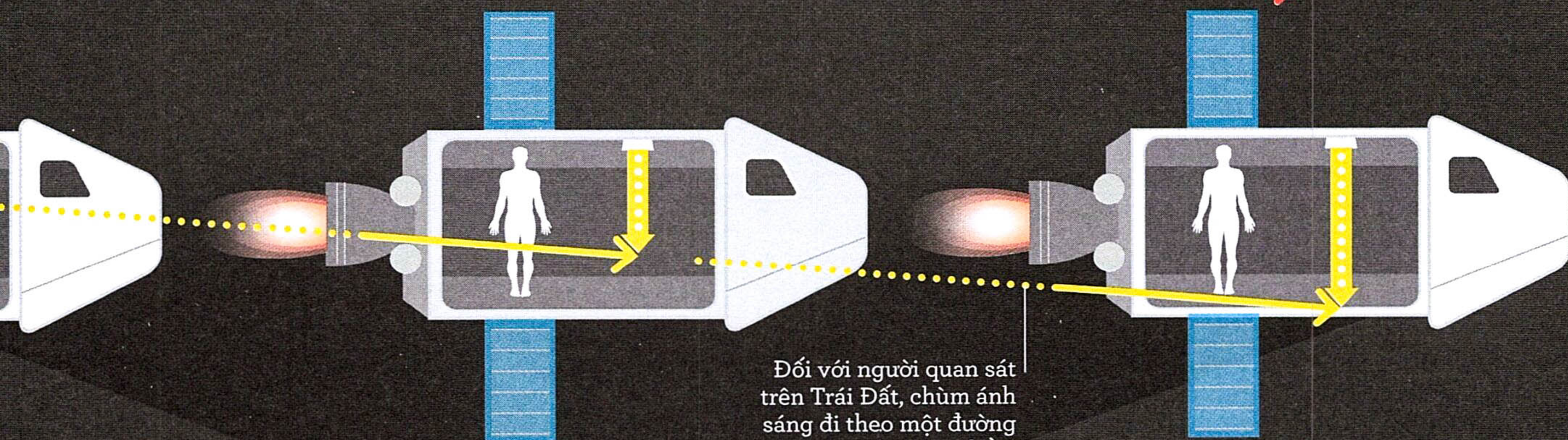
Lượng năng lượng bị khóa vào vật chất dưới dạng khối lượng là rất lớn – trong các vụ nổ hạt nhân, một lượng nhỏ khối lượng được chuyển đổi thành một lượng cực lớn năng lượng dưới dạng nhiệt và ánh sáng

Khối lượng là một thuộc tính của vật chất, mô tả khả năng chống lại sự thay đổi trong chuyển động của nó; khối lượng càng lớn, năng lượng có thể được giải phóng càng nhiều

Ánh sáng được mang theo bởi các hạt không có khối lượng, và do đó nó di chuyển với tốc độ nhanh nhất có thể – tốc độ ánh sáng

KHÁI NIỆM "THUYẾT TƯƠNG ĐỐI HẸP" ĐƯỢC ĐỀ CẬP LẦN ĐẦU TIÊN VÀO KHI NÀO?

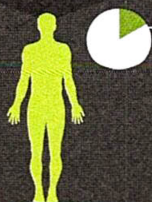
Einstein chỉ mô tả lý thuyết của mình theo cách này 10 năm sau khi công trình của ông được xuất bản, để phân biệt với thuyết tương đối rộng của ông. Bài báo ban đầu có tên gọi "Về điện động lực của các vật thể chuyển động".



Nhận thức về chuyển động từ bên ngoài

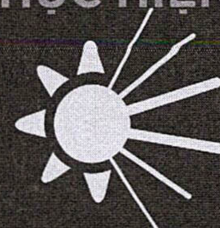
Hoạt động bên trong tàu vũ trụ tăng tốc sẽ hiện lên khác trong mắt của một người quan sát từ một khung tham chiếu khác, chẳng hạn như bề mặt Trái Đất. Đối với người quan sát trên Trái Đất, chùm ánh sáng vạch ra một đường chéo thay vì đường thẳng đứng.

ĐIỂM NHÌN CỦA NGƯỜI QUAN SÁT TỪ TRÁI ĐẤT



Đồng hồ trong khung tham chiếu di chuyển chậm hơn so với đồng hồ trong khung tham chiếu đứng yên

CÁC KẾT QUẢ ĐO TỐC ĐỘ ÁNH SÁNG BAN ĐẦU, ĐƯỢC THỰC HIỆN VÀO THẾ KỶ 17, THẤP HƠN CON SỐ CHÍNH XÁC KHOẢNG 26%



Thuyết tương đối rộng

Lực hấp dẫn, theo định nghĩa của Isaac Newton vào năm 1687, dường như không tương thích với thuyết tương đối hẹp của Albert Einstein. Vì vậy, vào năm 1916, Einstein đã thống nhất lực hấp dẫn và những ý tưởng tương đối của ông về không gian và thời gian trong thuyết tương đối rộng.

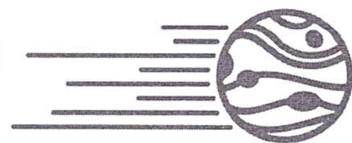
Không-thời gian

Thuyết tương đối hẹp mô tả cách các đối tượng trải nghiệm không gian và thời gian khác nhau, tùy thuộc vào chuyển động của chúng. Một hàm ý quan trọng của thuyết tương đối hẹp là không gian và thời gian luôn luôn liên kết với nhau. Thuyết tương đối rộng mô tả chúng trong một hệ liên tục bốn chiều được gọi là không-thời gian, bị các vật thể lớn làm cho biến dạng. Khối lượng và năng lượng tỷ lệ thuận với nhau, và sự cong vênh mà chúng gây ra trong không-thời gian tạo ra các hiệu ứng của lực hấp dẫn, chẳng hạn, giúp Mặt Trăng quay quanh Trái Đất.

THUYẾT TƯƠNG ĐỐI ĐÃ ĐƯỢC CHỨNG MINH NHƯ THẾ NÀO?

Năm 1919, nhà thiên văn học Arthur Eddington đã quan sát thấy ánh sao bị lệch trong khi nhật thực toàn phần. Điều này đã chứng minh những tác động của không-thời gian bị biến dạng và khiến Einstein trở nên nổi tiếng thế giới.

THUYẾT TƯƠNG ĐỐI RỘNG GIẢI THÍCH CHUYỂN ĐỘNG CỦA CÁC HÀNH TINH QUANH MẶT TRỜI



SAO CHỔI ĐẾN GẦN

Một sao chổi di chuyển nhanh về phía Mặt Trời khi nó đi vào không-thời gian cong

Các đối tượng di chuyển trong không gian dọc theo các đường tưởng tượng được gọi là đường trắc địa; nếu nhìn gần hơn, chúng có vẻ là các đường thẳng

Trong không gian bị cong vênh bởi khối lượng, trắc địa là đường cong, một vật thể di chuyển dọc theo trắc địa, chẳng hạn như một hành tinh quay quanh Mặt Trời, sẽ thay đổi hướng do lực hấp dẫn

Mặt Trời là vật thể lớn nhất trong Hệ Mặt Trời, do đó chuyển động của tất cả các vật thể khác trong hệ sẽ bị ảnh hưởng bởi cách nó làm cong không gian

QUỸ ĐẠO TRÁI ĐẤT

Không-thời gian cong

Einstein đưa ra giả thuyết rằng lực hấp dẫn không phải là một lực, mà là tác động của khối lượng lên không-thời gian. Mặt Trời uốn cong không-thời gian giống như một quả bóng nặng đè lên dây cao su. Một vật thể, chẳng hạn như sao chổi, di chuyển dọc qua đường uốn này sẽ cong về phía Mặt Trời, được diễn giải là sức kéo từ lực hấp dẫn của Mặt Trời. Ngay cả ánh sáng – từ một ngôi sao xa xôi chẳng hạn – cũng bị lệch đi bởi một khối lượng lớn.

Độ cong của không gian có nghĩa là Trái Đất đang rơi về phía Mặt Trời, nhưng quán tính đã ngăn nó rơi vào Mặt Trời, điều này có nghĩa là Trái Đất quay trên một đường vòng quanh Mặt Trời

MẶT TRỜI

TRÁI ĐẤT

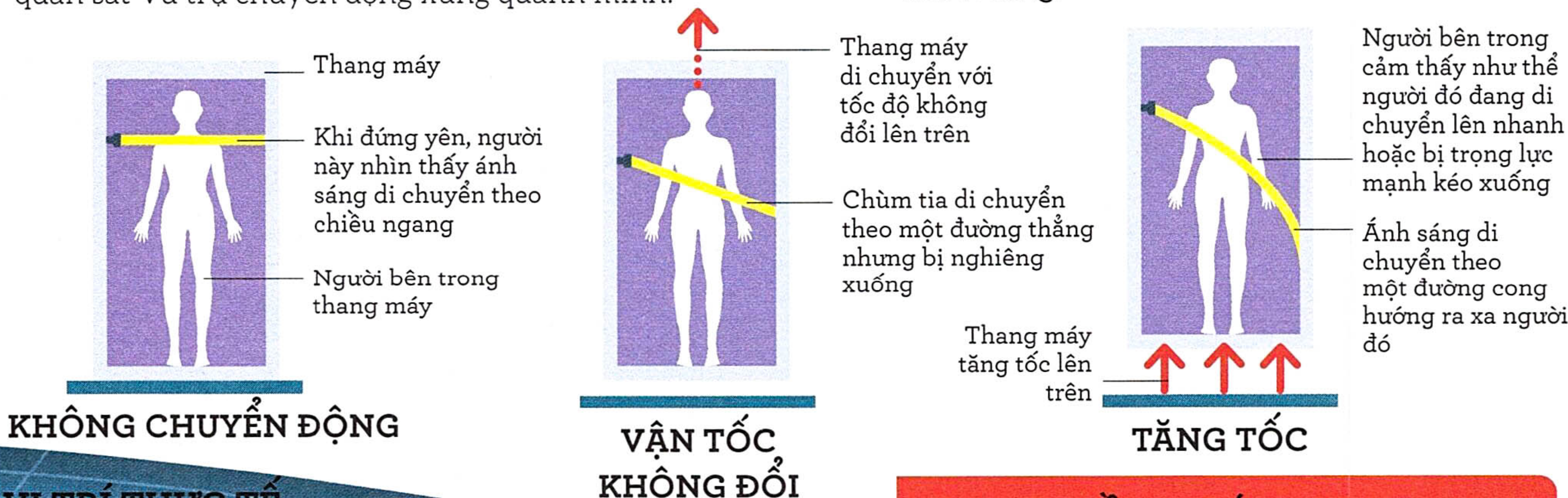


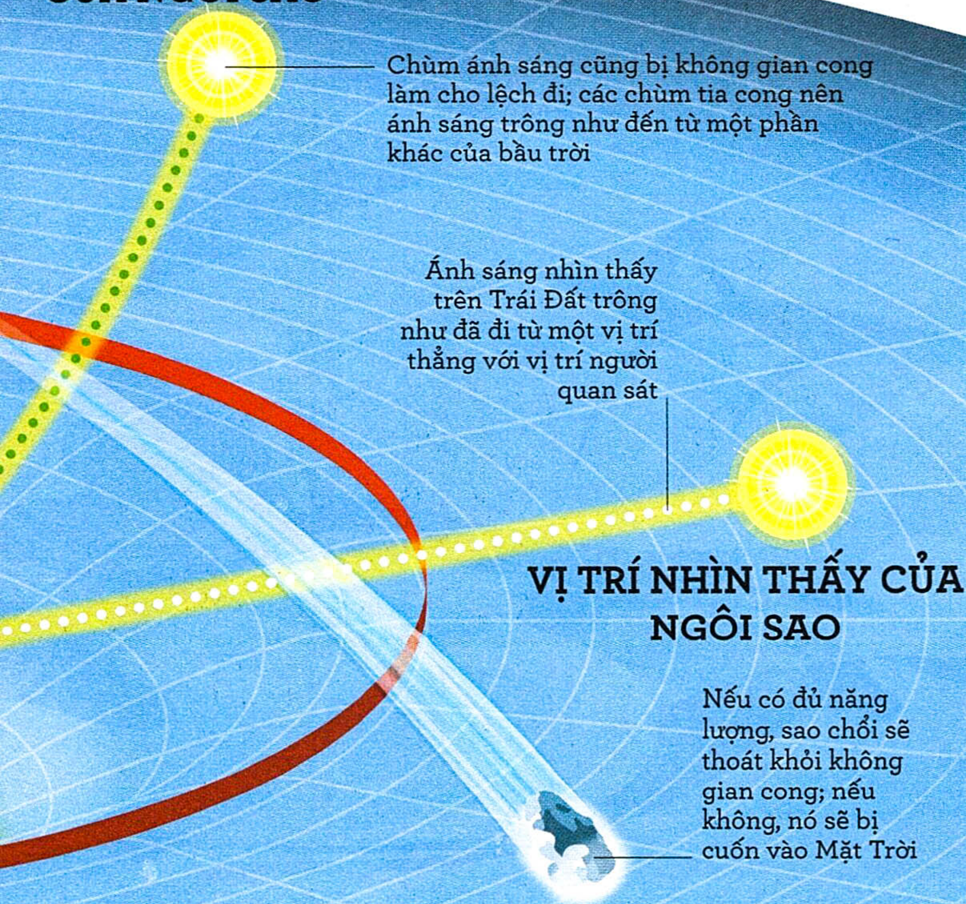
Nguyên lý tương đương

Để hiểu được lực hấp dẫn, Einstein đã tưởng tượng mình đứng trong một thang máy và tự hỏi liệu lực giữ cho ông đứng trên sàn là lực hấp dẫn đang kéo xuống, hay tác động của quán tính khi thang máy di chuyển lên trên. Nếu nhìn từ bên trong, không có cách giải thích nào hợp lý cả. Đây được gọi là nguyên lý tương đương. Từ ý tưởng này, ông bắt đầu hình dung mình là một người quan sát trong một khung tham chiếu tĩnh đang quan sát Vũ trụ chuyển động xung quanh mình.

Thí nghiệm thang máy Einstein

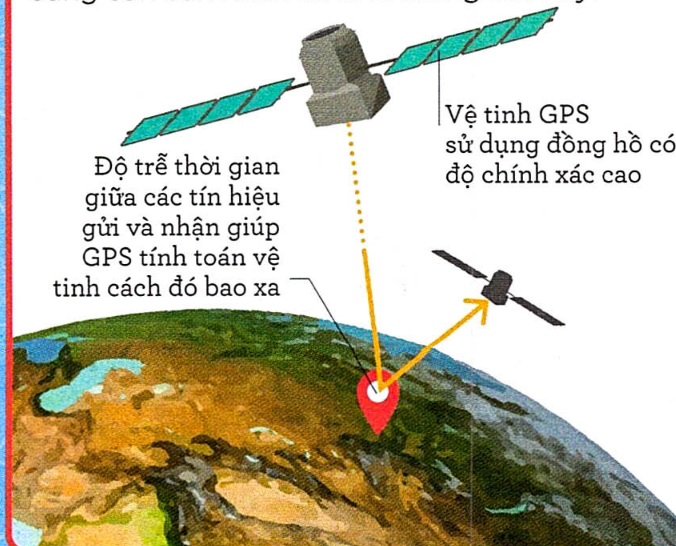
Einstein đã mở rộng thử nghiệm thang máy của mình bằng cách tưởng tượng một chùm ánh sáng sẽ trông như thế nào đối với một người bên trong thang máy ở ba tình huống khác nhau. Người bên trong không thể mô tả đầy đủ chuyển động của thang máy nhưng có thể quan sát biểu hiện của chùm sáng. Thí nghiệm cho thấy rằng khi di chuyển rất nhanh hoặc chịu tác động mạnh mẽ của lực hấp dẫn, không gian – và chùm ánh sáng – trở thành cong.





ĐIỀU HƯỚNG GPS

Hệ thống Định vị Toàn cầu (GPS) là minh họa cho tác động của các lý thuyết tương đối của Einstein. Các vệ tinh GPS gửi tín hiệu về vị trí của chúng và thời gian chính xác, dữ liệu được hệ thống định vị vệ tinh sử dụng để tính toán vị trí của chúng. Tuy nhiên, vì chúng di chuyển với tốc độ lớn, các đồng hồ vệ tinh trên tàu chạy chậm hơn so với trên Trái Đất, do đó, GPS cũng cần cân nhắc cả tính tương đối này.

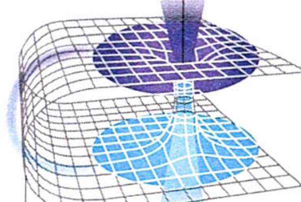


Sóng hấp dẫn

Thuyết tương đối rộng dự đoán rằng các vật thể chuyển động trong không gian tạo ra những gợn sóng trong không-thời gian gọi là sóng hấp dẫn. Năm 2015, những con sóng này đã được phát hiện lần đầu tiên.

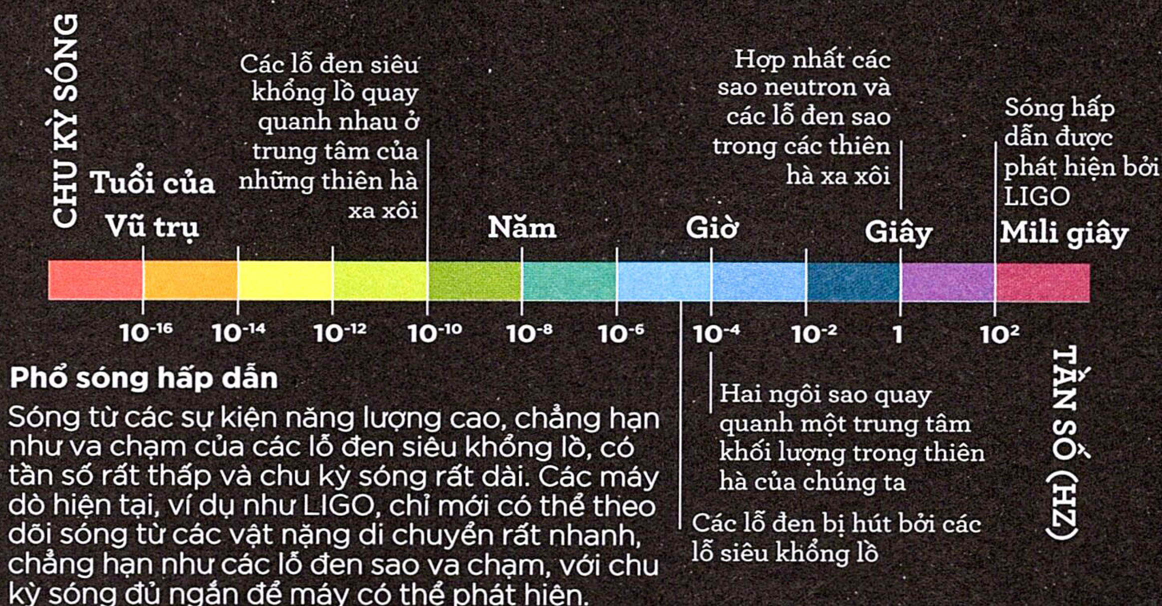
LỖ SÂU ĐỤC

Vào thập niên 1930, Albert Einstein và Nathan Rosen đã mô tả cách mà không-thời gian có thể bị biến dạng để hai vị trí xa nhau có thể được liên kết bằng một lối tắt. Một "cây cầu" như vậy, hay lỗ sâu đục, sẽ tạo ra lối tắt cho các hành trình dài, nhưng chúng ta vẫn chưa tìm thấy bằng chứng cho sự tồn tại của chúng.



Sóng hấp dẫn là gì?

Vật chất tăng tốc trong không gian theo những cách nhất định tạo ra sóng hấp dẫn. Các sự kiện tương tác hấp dẫn lớn nhất tạo ra các sóng có tần số thấp và chu kỳ sóng lớn. Ví dụ, sóng từ Vụ Nổ Lớn được cho là dài hàng triệu năm ánh sáng. Sóng hấp dẫn là một cách để hình dung Vũ trụ mà không dựa vào ánh sáng. Chúng có thể tiết lộ những thứ hiện vẫn vô hình trước mắt ta, chẳng hạn như chính xác thì điều gì xảy ra bên trong một lỗ đen.

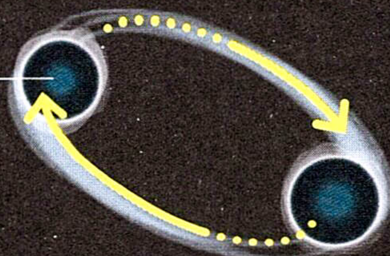


Phổ sóng hấp dẫn

Sóng từ các sự kiện năng lượng cao, chẳng hạn như va chạm của các lỗ đen siêu khổng lồ, có tần số rất thấp và chu kỳ sóng rất dài. Các máy dò hiện tại, ví dụ như LIGO, chỉ mới có thể theo dõi sóng từ các vật nặng di chuyển rất nhanh, chẳng hạn như các lỗ đen sao va chạm, với chu kỳ sóng đủ ngắn để máy có thể phát hiện.

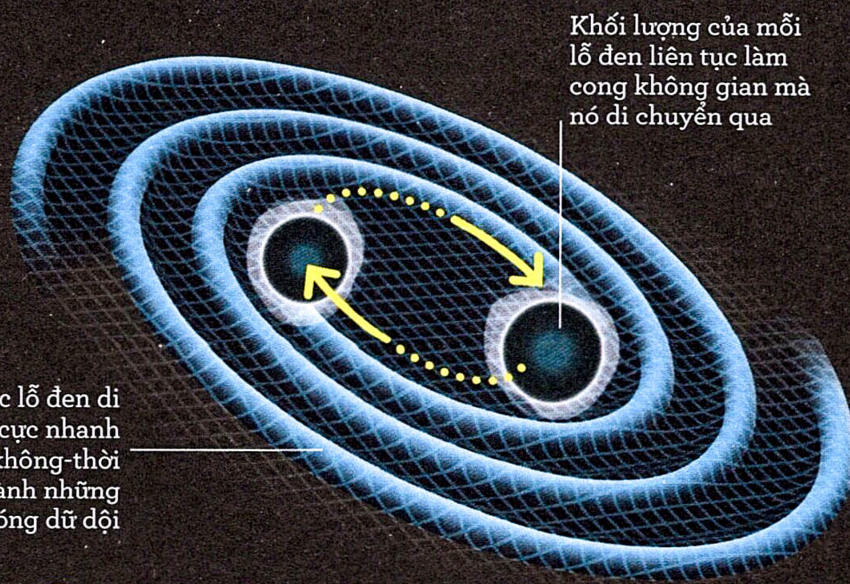
Sóng hấp dẫn hình thành như thế nào?

Các sóng hấp dẫn đầu tiên phát hiện bởi LIGO được tạo ra bởi các sóng truyền tới Trái Đất từ hai lỗ đen va chạm cách chúng ta gần 1,3 tỷ năm ánh sáng. Hai lỗ đen được kéo lại với nhau bởi lực hấp dẫn lẫn nhau giữa chúng.



1 Va chạm lỗ đen

Hai lỗ đen bị kéo vào nhau do lực hấp dẫn. Các dao động thông thường được phát hiện bởi LIGO chỉ ra rằng quỹ đạo của các lỗ đen là những vòng tròn gần như hoàn hảo và chúng quay quanh nhau với tốc độ hơn 15 lần/giây.



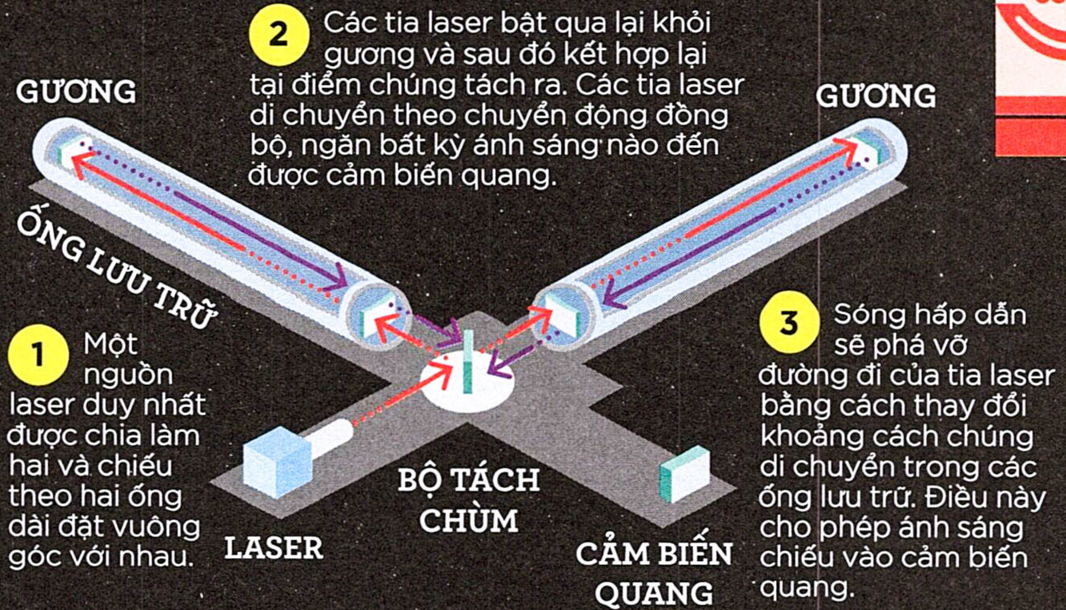
2 Tốc độ quỹ đạo tăng nhanh

Khi các lỗ đen đến gần nhau hơn, quỹ đạo xoắn ốc của chúng ngày càng nhỏ hơn và cả hai đều tăng tốc tới gần với tốc độ ánh sáng. Toàn bộ khối lượng này chuyển động với tốc độ lớn như vậy sẽ tạo ra sóng hấp dẫn mạnh mẽ lan rộng khắp mọi hướng.



Cách LIGO phát hiện sóng

LIGO, hay Đài Quan trắc Sóng hấp dẫn bằng Giao thoa kế Laser, phát hiện sóng hấp dẫn nhờ tác động của chúng lên các chùm tia laser bắn vào hai ống dài 4 km. Một chùm tia truyền đi với bước sóng dài gấp rưỡi so với tia còn lại. Điều này có nghĩa là khi các chùm tia gặp nhau, chúng triệt tiêu lẫn nhau, làm cho ánh sáng biến mất. Một sóng hấp dẫn làm thay đổi khoảng cách không gian giữa các tia laser, vì vậy khi các chùm tia gặp nhau, chúng tạo ra tín hiệu là ánh sáng nhấp nháy.



Lỗ đen mới lớn gấp gần 50 lần so với Mặt Trời; tín hiệu được phát hiện bởi LIGO biến mất, cho thấy lỗ đen đã ổn định ở trạng thái cân bằng mới

Các sóng hấp dẫn lan truyền trong không gian với tốc độ ánh sáng

KÉO
NÉN
HƯỚNG CỦA SÓNG

Giống như tất cả các sóng, sóng hấp dẫn là một dao động của môi trường. Trong trường hợp này, môi trường là chính không gian và thời gian, được kéo dãn và nén vuông góc với hướng sóng.

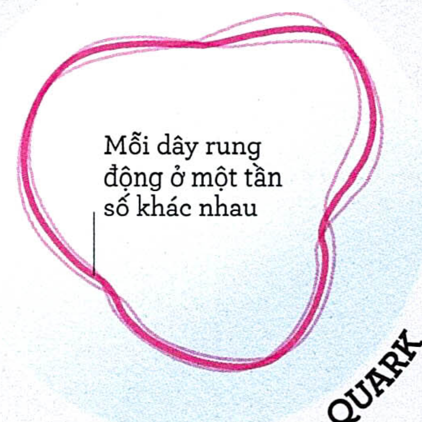
SÓNG TRUYỀN QUA KHÔNG GIAN NHƯ THẾ NÀO

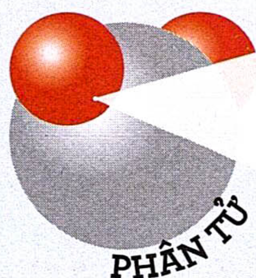
3 Va chạm và hợp nhất

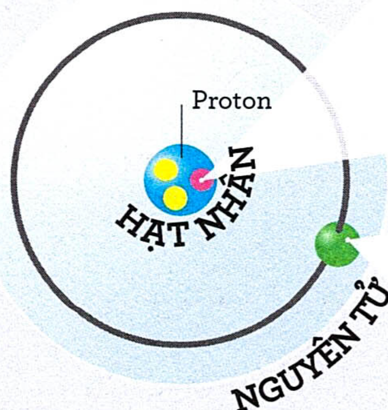
Các sóng hấp dẫn phát ra do hai quỹ đạo tiến gần nhau dần đạt đến cực đại, cho tới khi các lỗ đen va chạm và hợp nhất để tạo thành một lỗ đen duy nhất. Lỗ đen mới ngừng di chuyển nhanh và độ lớn của sóng hấp dẫn mà nó tạo ra bắt đầu giảm dần.

Lý thuyết dây

Lý thuyết dây là một nỗ lực để giải quyết các bài toán lớn nhất trong ngành vật lý, chẳng hạn như lực hấp dẫn hoạt động thế nào ở quy mô cực kỳ nhỏ. Nó đề xuất rằng tất cả các hạt là các "dây" một chiều, và là cấu phần của một khung phổ quát.









Dây không phải hạt

Ta không thể quan sát trực tiếp các hạt hạ nguyên tử. Hiểu biết của con người về các hạt này đến từ việc quan sát ảnh hưởng của chúng. Lý thuyết dây đề xuất rằng các hạt thực sự là các dây rung nhỏ. Mỗi hạt cơ bản, chẳng hạn như electron hoặc quark, có một rung động đặc biệt, tạo thành nhiều đặc tính của nó, chẳng hạn như khối lượng, điện tích và động lượng. Chưa có ai tìm ra được cách kiểm chứng lý thuyết dây; hiện tại, nó vẫn là một hệ thống toán học dường như phù hợp với hành vi của các hạt lượng tử.

Các sợi năng lượng

Theo lý thuyết dây, các hạt cơ bản, chẳng hạn như electron hoặc quark, hạt tạo nên các proton, là các dây hoặc các sợi năng lượng, mỗi hạt có rung động riêng biệt.

Hấp dẫn lượng tử

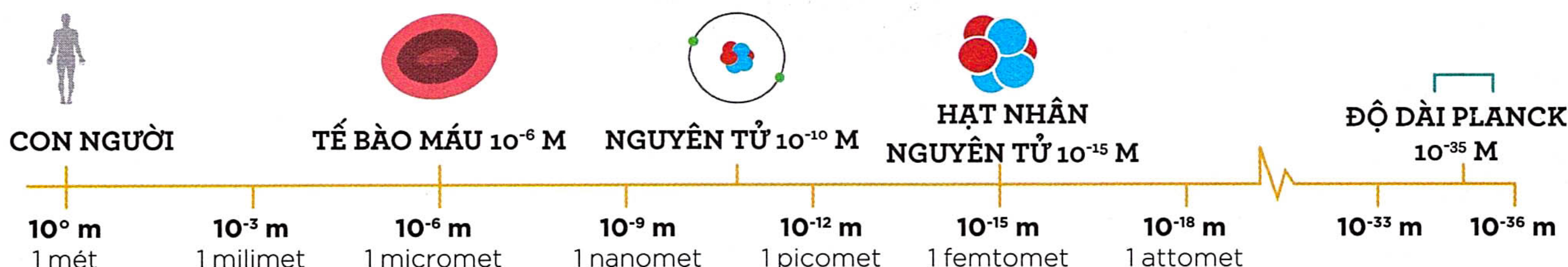
Thuyết hấp dẫn lượng tử có mục tiêu nhằm liên kết thuyết tương đối rộng, mô tả lực hấp dẫn của các cấu trúc khổng lồ như các hành tinh, với cơ học lượng tử, cho thấy ba lực cơ bản còn lại hoạt động như thế nào ở quy mô nguyên tử. Các hiệu ứng của hấp dẫn lượng tử có thể xuất hiện ở quy mô được đo bằng một đơn vị khoảng cách gọi là độ dài Planck.

Độ dài Planck

Không thể xác định vị trí của hai đối tượng cách nhau dưới một độ dài Planck, vì thế đại lượng này trở thành đơn vị đo khoảng cách nhỏ nhất có ý nghĩa vật lý.

TẠI SAO CẦN PHẢI CÓ MỘT LÝ THUYẾT VẠN VẬT?

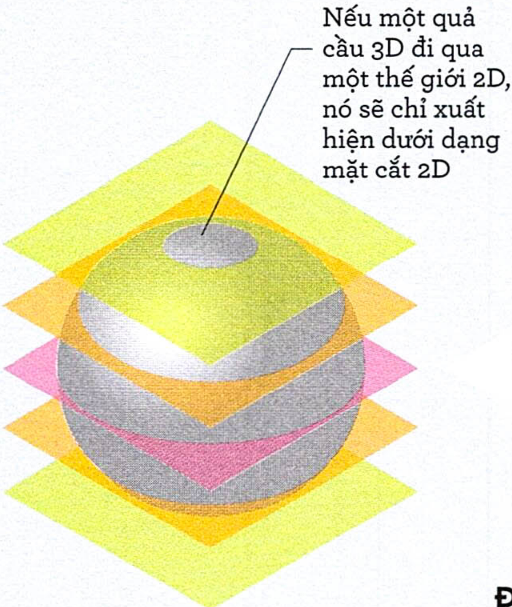
Vũ trụ tuân theo một loạt các quy tắc hoạt động ở cả quy mô nhỏ nhất lẫn lớn nhất. Chúng phải được liên kết theo cách nào đó, và một lý thuyết vạn vật sẽ giúp lý giải điều này.

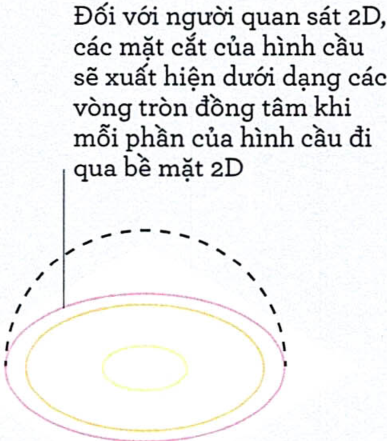




Đa chiều

Các nhà lý thuyết dây cho rằng các dây không chỉ dao động theo ba chiều có thể nhìn thấy (chiều dài, chiều rộng và chiều cao/sâu) mà còn rung trong ít nhất bảy chiều khác bị ẩn khỏi chúng ta. Các chiều không gian này được đặt tên là "compact", chỉ xuất hiện ở quy mô hạ nguyên tử nhỏ nhất. Không gian compact có thể ở xung quanh chúng ta và là cách giải thích các hiện tượng bí ẩn như vật chất tối và năng lượng tối (xem trang 206-207).





Hình dạng 3D trong thế giới 2D

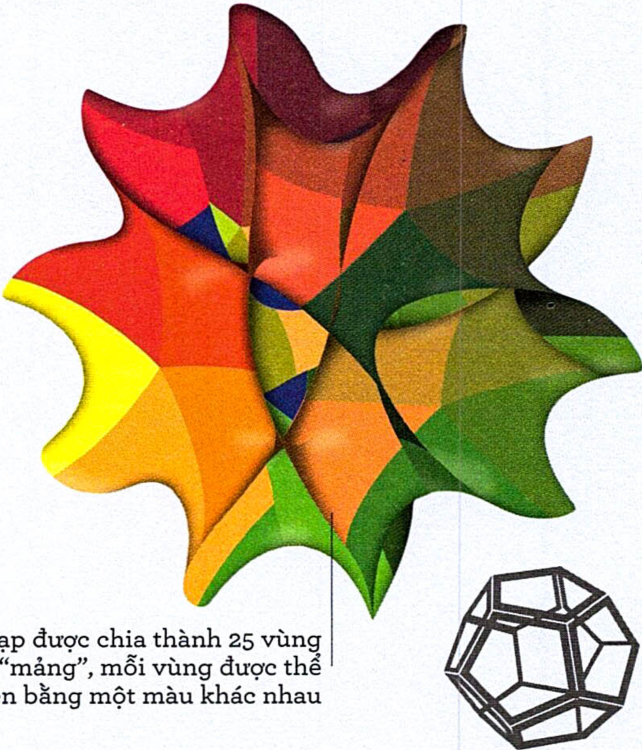
Tưởng tượng một hình ba chiều được xem ở hai chiều giúp chúng ta hiểu các chiều không gian cao hơn. Chỉ có thể nhìn thấy các lát tròn của hình cầu 3D khi xem ở dạng 2D.

Điểm nhìn của một người quan sát 2D

Một sinh vật 2D, không thể nhìn trên hay dưới, sẽ nhìn thấy một quả cầu đang lớn lên và co lại khi nó di chuyển lên xuống. Biểu hiện kỳ lạ này xảy ra là do các chiều không gian vô hình.

Đa tạp Calabi-Yau

Theo một số nhà lý thuyết dây, các chiều không gian mà chúng ta không thể nhìn thấy có thể được cuộn lại trong một cấu trúc hình học gọi là đa tạp Calabi-Yau. Hình minh họa dưới đây cho thấy một giao điểm 2D của một đa tạp sáu chiều được gọi là Calabi-Yau bậc năm.



TRONG MỘT BẢN CỦA LÝ THUYẾT DÂY, CÓ TỚI 10 CHIỀU TRONG KHÔNG GIAN

Siêu hạt

Một số dạng của lý thuyết dây đề xuất rằng vật chất chỉ là sự rung động năng lượng ở mức thấp nhất, và có những dây khác dao động ở các quãng cao hơn, như hòa âm trong âm nhạc. Các rung động cao hơn đại diện cho các siêu hạt (sparticle – hạt siêu đối xứng). Mỗi hạt này, về mặt lý thuyết, có liên hệ với một hạt cơ bản thông thường. Một số nhà lý thuyết dây dự đoán rằng các siêu hạt có thể có khối lượng lớn hơn tới 1.000 lần so với các hạt đối xứng tương ứng của chúng.

CÁC HẠT VẬT CHẤT VÀ CÁC SIÊU HẠT CỦA CHÚNG		CÁC HẠT LỰC VÀ CÁC SIÊU HẠT CỦA CHÚNG	
Hạt	**Siêu hạt**	**Hạt**	**Siêu hạt**
Quark	Squark	Graviton	Gravitino
Neutrino	Sneutrino	W boson	Wino
Electron	Selectron	Z°	Zino
Muon	Smuon	Photon	Photino
Tau	Stau	Gluon	Gluino
		Hạt Higgs	Higgsino



SỰ SỐNG

Sự sống là gì?

Sự sống là điều phức tạp nhất trong vũ trụ. Các khối phân tử xây dựng sự sống và sự kết hợp giữa các thành phần của nó phức tạp hơn so với bất kỳ máy tính nào. Ta cần phải phân tích sinh học một sinh vật theo các chức năng cơ bản của nó để hiểu rõ và trân trọng sự sống.



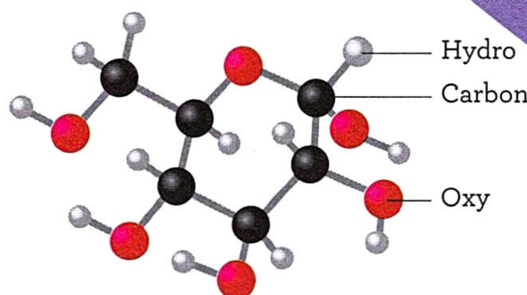
Tinh thể
Sự tăng trưởng và sao chép của tinh thể hóa học xảy ra khi các nguyên liệu thô từ môi trường tích tụ ở dạng rắn – nhưng quá trình này không hiện diện bất kỳ sự trao đổi chất phức tạp nào.

Dấu hiệu của sự sống

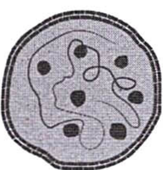
Hàng triệu loài sinh vật có chung một tập hợp các đặc điểm: đặc điểm của sự sống. Chỉ khi tất cả những đặc điểm này kết hợp với nhau, thì một vật mới được gọi là sống. Một sinh vật tiêu thụ thực phẩm, hô hấp để giải phóng năng lượng, và bài tiết chất thải. Nó di chuyển, cảm nhận môi trường xung quanh, tăng trưởng và sinh sản. Những vật không sống có thể có một hoặc hai trong số các đặc điểm này, nhưng không bao giờ chúng sở hữu bộ đặc điểm hoàn chỉnh.

Xây dựng sự phức tạp

Các hóa chất phức tạp tạo nên sự sống được xây dựng từ một khung các nguyên tử carbon và nằm trong số những phân tử lớn nhất được biết đến cho tới nay. Các chuỗi ADN hoặc cellulose có thể dài tới vài centimet. Thực vật tạo ra các phân tử hữu cơ từ các thành phần đơn giản, chẳng hạn như carbon dioxide và nước. Động vật tổng hợp chúng bằng cách ăn thức ăn – là sinh vật khác hoặc chất thải của chúng. Những phân tử thực phẩm này hoạt động đồng thời như nhiên liệu và vật liệu xây dựng.



Phân tử thực phẩm
Một phân tử glucose được tạo thành từ 24 nguyên tử và là một trong những phân tử đơn giản nhất được sử dụng làm thực phẩm. Giống như trong các phân tử sinh học khác, các nguyên tử carbon tạo thành khung của nó.



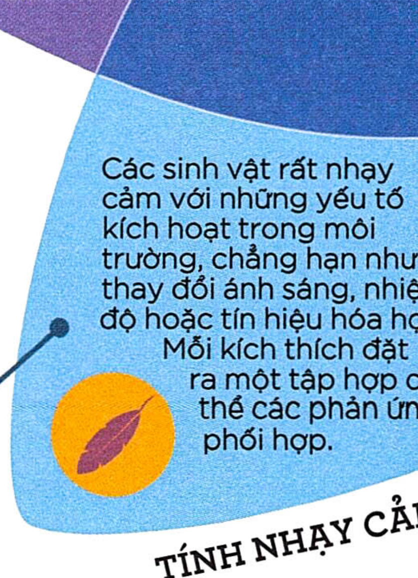
MỘT TRONG SỐ CÁC SINH VẬT SỐNG ĐƠN GIẢN NHẤT LÀ VI KHUẨN GÂY VIÊM PHỔI, CHÚNG CHỈ CÓ 687 GIEN



Máy vi tính
Một máy tính có thể phát hiện và phản ứng với các kích thích, cũng như có thể lưu trữ thông tin giống như bộ nhớ trong bộ não động vật – nhưng những thành tích này cực kỳ khiêm tốn so với các sinh vật sống.







Sơ đồ Venn về sự sống
Mặc dù có sự khác biệt đáng kinh ngạc giữa các sinh vật, bảy chức năng chung cơ bản dưới đây đều được chia sẻ bởi các sinh vật sống khác nhau như vi khuẩn, thực vật và động vật.



DINH DƯỠNG

Sự sống cần một nguồn cung cấp năng lượng và nguyên liệu thô liên tục. Nhiều sinh vật cần phải thu nhận chúng dưới dạng các phân tử thực phẩm hữu cơ, chẳng hạn như protein và carbohydrat.

DI CHUYỂN

Từ dòng chất lỏng và các thành phần chảy đều trong các tế bào siêu nhỏ, đến sự co rút mạnh mẽ của cơ bắp động vật, tất cả các sinh vật đều có thể di chuyển theo một mức độ nào đó.

SỰ SỐNG CÓ NHẤT THIẾT PHẢI DỰA TRÊN CARBON?

Các cây bút khoa học viễn tưởng đã suy đoán rằng silic có thể trở thành một phương tiện sinh học thay thế. Tuy nhiên, carbon là nguyên tố duy nhất có khả năng kết hợp với rất nhiều loại nguyên tử khác để tạo thành các phân tử phức tạp – và, từ đó, tạo nên sự sống.

SINH VẬT SỐNG

Trùng roi xanh – một sinh vật nguyên sinh đơn bào siêu nhỏ sống trong ao – có thể quang hợp như thực vật, đồng thời tiêu thụ thức ăn như một động vật.

BÀI TIẾT

Các phản ứng hóa học liên tục trong các tế bào của một sinh vật tạo ra các chất thải, chẳng hạn như carbon dioxide. Bài tiết là cách chất thải từ quá trình trao đổi chất này được loại bỏ khỏi cơ thể.

HÔ HẤP

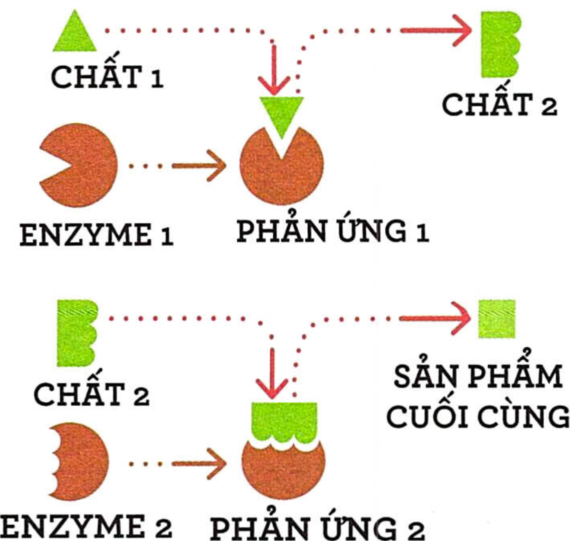
Phần lớn thực phẩm hữu cơ của một sinh vật bị phá vỡ trong các phản ứng hóa học tương đương với việc đốt cháy nhiên liệu trong động cơ. Hoạt động hô hấp giải phóng năng lượng cơ thể sử dụng.

Động cơ đốt trong

Bằng cách tiếp nhận và đốt cháy nhiên liệu để tạo ra chuyển động, đồng thời "bài tiết" khói thải, một động cơ có tới bốn trong số bảy dấu hiệu của sự sống. Nhưng nó thiếu tính nhạy cảm, sự tăng trưởng và sinh sản.

TRAO ĐỔI CHẤT LÀ GÌ?

Vô số phản ứng hóa học – được gọi là trao đổi chất – giúp duy trì sự sống. Các phân tử được thay đổi trong chuỗi phản ứng này, mỗi bước được điều khiển bởi một chất xúc tác protein cụ thể gọi là enzyme. Sự trao đổi chất độc đáo của mỗi sinh vật phụ thuộc vào bộ enzyme xác định trong chỉ thị di truyền ADN của chúng.



Phân loại sinh vật sống

Con người chúng ta luôn tìm cách phân loại mọi thứ để có thể hiểu về thế giới. Và khi nói đến việc tổ chức sự đa dạng của sự sống, phân loại khoa học hiện đại có thêm một mục tiêu thứ hai – để lập biểu đồ sự tương đồng về thể chất lẫn di truyền giữa các loài, theo cách phản ánh mối quan hệ tiến hóa của chúng.

Cây sự sống

Sự tương đồng giữa các sinh vật khác nhau, như vi khuẩn và động vật, đặc biệt là trong tế bào và gien của chúng, là bằng chứng mạnh mẽ cho thấy rằng tất cả sự sống bắt nguồn từ một tổ tiên duy nhất. Trải qua hàng tỷ năm, những sinh vật sống đã tiến hóa thành một "cây phả hệ" to lớn. Các nhà khoa học phân loại chúng trong một loạt các nhóm ngày càng nhỏ hơn, phản ánh cách các cành đã tách ra khỏi các chi lớn hơn trong quá trình tiến hóa. Những cành lâu đời nhất trên cây đánh dấu nền tảng của các giới sinh vật, trong khi các nhánh cây ngoài cùng là hàng triệu loài đã từng sinh sống.

MỘT MUỖNG CÀ PHÊ ĐẤT CÓ THỂ CHỨA HƠN 100.000 LOÀI VI SINH VẬT

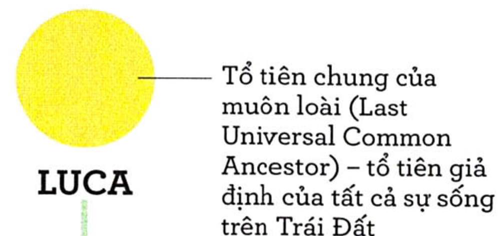
TÊN KHOA HỌC

Mỗi loài đều có một tên khoa học riêng. Điều này tạo ra tính rõ ràng – điều hiếm thấy ở các tên gọi phổ biến như cây thạch thảo hoặc cây thạch nam (cả hai đều đề cập đến cùng một loài, *Erica arborea*). Tên khoa học thường có tính mô tả (*arborea* có nghĩa là "giống như cây") và luôn có hai phần. Phần thứ nhất, chẳng hạn như *Erica*, xác định một nhóm các loài liên quan, gọi là chi. Khi kết hợp với phần thứ hai (*Erica cinerea* hay *Erica arborea*), tên giúp xác định loài.


Erica cinerea


Erica arborea


Rhododendron arboreum



LUCA

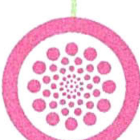
Tổ tiên chung của muôn loài (Last Universal Common Ancestor) – tổ tiên giả định của tất cả sự sống trên Trái Đất


GIỚI VI KHUẨN
Các sinh vật đơn bào đơn giản nhất


GIỚI CỔ KHUẨN
Các sinh vật bề ngoài tương tự vi khuẩn, nhưng bộ gien rất khác

Hệ thống bảy giới
Quan hệ giữa các nhánh trước nhất của cây sự sống vẫn còn chưa được hiểu rõ. Nhưng ta có thể xác định bảy nhóm chính – các giới – được phân loại dựa trên sự tương đồng trong các tế bào của sinh vật.


GIỚI ĐỘNG VẬT NGUYÊN SINH
Các sinh vật đơn bào bao gồm trùng amip và họ hàng của chúng


GIỚI SẮC KHUẨN
Tảo diệp lục a và c, trùng lông, trùng lỗ và họ hàng; chủ yếu là các loài đơn bào


GIỚI ĐỘNG VẬT


GIỚI NẤM


GIỚI THỰC VẬT VÀ TẢO
Tất cả các sinh vật có diệp lục a và b



Nhóm tự nhiên và không tự nhiên

Nhiều sinh vật chia sẻ những đặc điểm chung chỉ vì trùng hợp ngẫu nhiên trong tiến hóa. Chim và côn trùng tiến hóa cánh theo các cách riêng biệt, vì vậy sẽ không chính xác nếu ta nhóm chúng thành "động vật biết bay". Các nhóm tự nhiên, hoặc các nhánh, bao gồm tất cả các hậu duệ của một tổ tiên chung – một chạc ba trên cây sự sống. Động vật có vú và chim là hai nhánh. Các nhóm động vật mà chúng ta gọi là cá và động vật không xương sống thì không phải nhánh, bởi vì chúng không bao gồm tất cả con cháu. Chẳng hạn, nhóm "cá" không bao gồm các con cháu của chúng là các loài động vật có xương sống trên cạn.

Nhóm trong nhóm

Nếu phân loại nghiêm túc đúng theo mức độ liên quan, hệ thống của chúng ta phải phản ánh rằng chim là hậu duệ của khủng long chân thú – những con khủng long đứng thẳng, gồm cả loài *Tyrannosaurus*. Điều này có nghĩa là chúng được phân loại là một nhóm cấp dưới của khủng long, lồng trong các loài bò sát.

ĐỘNG VẬT CÓ MÀNG ỐI

Tất cả các động vật mà trứng có màng chống thấm, hay màng ối

KHỦNG LONG, CHIM, VÀ BÒ SÁT HIỆN ĐẠI


Động vật có vú


Thằn lằn và rắn


Rùa


Cá sấu

KHỦNG LONG VÀ CHIM


CHIM


Khủng long hông thằn lằn


Khủng long chân thú có liên quan đến chim


Khủng long hông chim

ĐỘNG VẬT TỨ CHI

Động vật có xương sống, sống trên cạn – tất cả đều có nguồn gốc từ một tổ tiên bốn chân


ĐỘNG VẬT LƯỠNG CƯ

ĐỘNG VẬT KHÔNG XƯƠNG SỐNG


Ngành Thân lỗ


Ngành Thích ty bào, bao gồm hải quỳ và sứa


Động vật miệng nguyên sinh, bao gồm động vật chân đốt, động vật thân mềm và hầu hết các loại giun


Động vật miệng thứ sinh không có xương sống, gồm sao biển và họ hàng

Động vật không xương sống là một nhóm không tự nhiên

Ngoài việc không có xương sống, động vật không xương sống có rất ít điểm chung với nhau. Một số đơn giản, số khác phức tạp. Hơn thế nữa, nhóm này cũng chưa đầy đủ, bởi vì nó không bao gồm các loài động vật có xương sống thuộc nhóm Động vật miệng thứ sinh.

CÁ


Cá không xương (cá mút đá và lươn nhờn)


Cá mập, cá đuối, và họ hàng


Cá xương vây tia


Cá xương vây thùy, bao gồm cả cá phổi

Cá là một nhóm không tự nhiên

Tất cả các loài cá đều có chung một tổ tiên, nhưng một nhóm (cá xương vây thùy) đã sinh ra các động vật tứ chi, không phải là cá. Vì vậy, giống như động vật không xương sống, cá không tạo thành một nhánh. Tuy nhiên, khác với động vật không xương sống, độ phức tạp của các loài cá là tương tự nhau và chúng chia sẻ nhiều đặc điểm độc đáo, vì vậy chúng tạo ra một nhóm phi nhánh được gọi là một bậc.

Virus

Virus là phiên bản sống động của một ổ đĩa sao chép. Không thực sự sống, những tác nhân truyền nhiễm này – chỉ là các gói gien nhỏ – phá hoại các tế bào sống nhằm phân tán bản sao của chúng thông qua vật chủ. Một số virus ít có tác hại, nhưng số khác thì đứng sau những căn bệnh đáng sợ nhất trên Trái Đất.



Các loại virus

Virus có hình dạng khác nhau nhưng có cùng các thành phần thiết yếu: một cụm gien được bọc trong một lớp vỏ protein. Một số có thành phần cơ sở là ADN. Số khác lại có ARN – phân tử làm chất trung gian để tạo ra protein trong tế bào (xem trang 158-159). Đáng chú ý nhất, một số gien virus liên quan nhiều đến các vật chủ của chúng hơn là đến các gien virus khác – bằng chứng cho thấy virus thực sự có thể là các mảnh gien biến đổi đã thoát ra khỏi nhiễm sắc thể của vật chủ.

NHÂN TẾ BÀO

Hạt nhân chứa ADN của tế bào chủ

Lưới nội chất hạt mang ribosome

Ribosome – các hạt thực hiện tổng hợp protein

Vỏ virus tách ra 3

Không còn cần thiết nữa, vỏ virus sẽ tách ra để giải phóng vật liệu di truyền của nó vào tế bào của vật chủ.

Những gien này được tạo ra từ ARN (màu cam), nhưng trong các virus khác, chúng có thể được tạo ra từ ADN

Virus bám vào màng tế bào

Protein (hình tam giác màu cam và hình cầu màu xanh) tạo nên lớp vỏ virus

Virus xâm nhập màng tế bào

Bong bóng chứa đầy chất lỏng gọi là túi

"Vòng đời" của virus

Tất cả các virus đều là ký sinh trùng, lây truyền qua đường tiếp xúc, qua không khí hoặc trong thực phẩm bị nhiễm virus. Chúng không phải là những sinh vật sống thực sự (xem trang 150-151), một phần là do chúng phải dựa vào cơ chế hoạt động bên trong của một tế bào để sao chép. Giống như các sinh vật sống mà chúng sử dụng làm vật chủ, hành vi của virus được mã hóa trong gien của chúng – giúp chúng lây nhiễm vào cơ thể vật chủ theo cách nhằm tối đa hóa sự nhân lên. Mỗi loại virus có tác hại riêng: từ những cơn cảm lạnh thông thường gây bởi rhinovirus, cho đến sự sụp đổ hoàn toàn của hệ thống miễn dịch do Ebola.

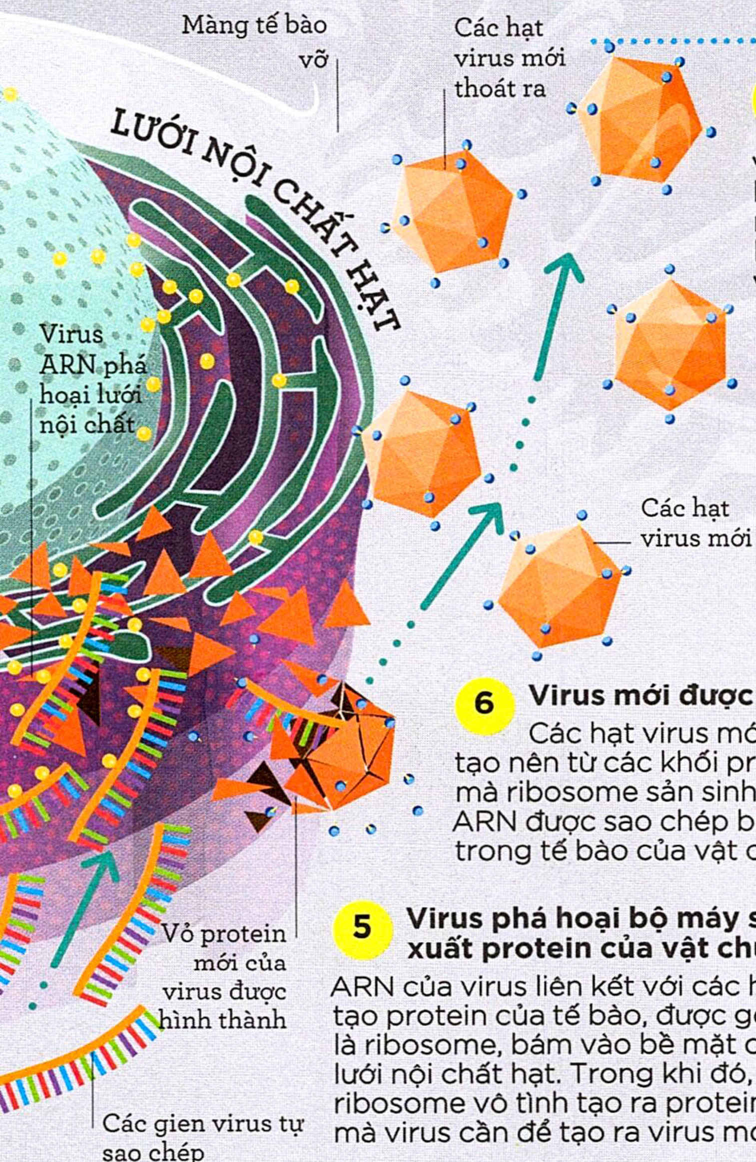
Virus gắn vào 1

Các phân tử trên lớp vỏ virus khóa vào các phân tử cụ thể trên màng tế bào vật chủ. Từ đó cho phép virus gắn vào tế bào – và giải thích tại sao virus lại có thể tấn công một số loại mô và loài nhất định mà không phải mô và loài khác.

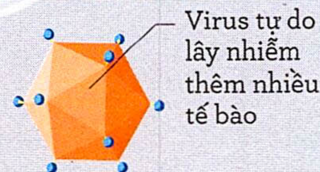
2 **Virus xâm nhập tế bào**

Nhiều virus xâm nhập vào tế bào qua một "bong bóng" được tạo ra từ màng tế bào của vật chủ. Bong bóng bao phủ xung quanh virus, rồi mở rộng vào bên trong để kéo virus vào bên trong tế bào.





7 Hạt virus mới được giải phóng
Các hạt virus thoát ra khỏi tế bào và sẵn sàng lây nhiễm sang các tế bào khác, hoặc phân tán đến một vật chủ mới. Việc này có thể làm vỡ màng tế bào, do đó cũng giết chết tế bào của vật chủ.



6 Virus mới được tạo ra
Các hạt virus mới được tạo nên từ các khối protein mà ribosome sản sinh, và ARN được sao chép bên trong tế bào của vật chủ.

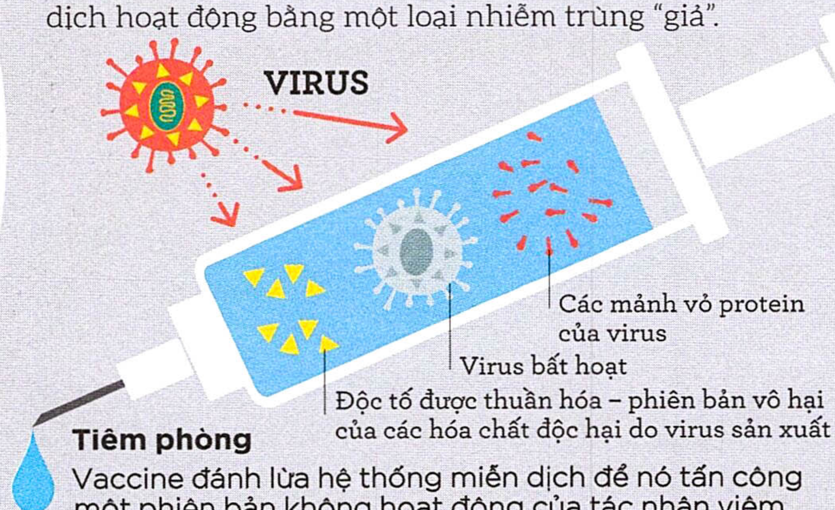
5 Virus phá hoại bộ máy sản xuất protein của vật chủ
ARN của virus liên kết với các hạt tạo protein của tế bào, được gọi là ribosome, bám vào bề mặt của lưới nội chất hạt. Trong khi đó, ribosome vô tình tạo ra protein mà virus cần để tạo ra virus mới.

4 Gien virus được sao chép
Vật liệu di truyền của virus tạo ra nhiều bản sao giống hệt nhau. Virus ARN mang enzyme riêng của chúng để tạo ra ADN trước, hoặc đơn giản hơn là sao chép trực tiếp. Mặc dù không được minh họa trong hình, các virus ADN đi thẳng vào nhân tế bào của vật chủ nơi chúng tự chèn vào ADN của vật chủ.

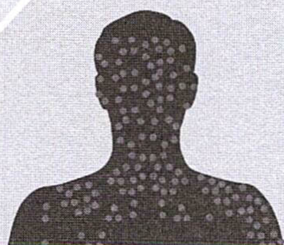
MÀNG TẾ BÀO

Chống lại virus

Khi đối mặt với một cuộc tấn công của virus, cơ thể sẽ huy động các tế bào bạch cầu trong hệ thống miễn dịch. Một số giải phóng protein được gọi là kháng thể, liên kết với virus và vô hiệu hóa chúng. Những bạch cầu khác, gọi là "tế bào tiêu diệt", sẽ hủy diệt các tế bào đã bị nhiễm bệnh. Virus không thể được điều trị bằng kháng sinh, vốn dĩ chỉ có tác động trên vi sinh vật, chẳng hạn như vi khuẩn. Tuy nhiên, ở tuyến đầu của việc chống lại virus là các loại vaccine, kích thích hệ thống miễn dịch hoạt động bằng một loại nhiễm trùng "giả".



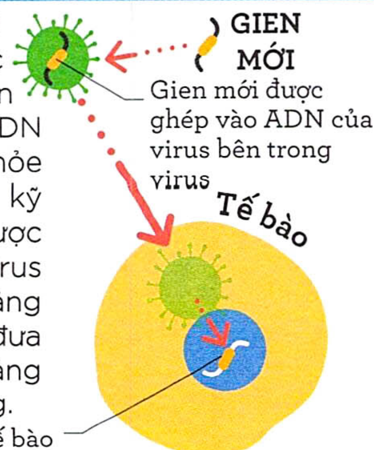
Tiêm phòng
Vaccine đánh lừa hệ thống miễn dịch để nó tấn công một phiên bản không hoạt động của tác nhân viêm nhiễm – đủ để kích hoạt phản ứng miễn dịch nhưng không đủ để gây bệnh. Sau khi được mồi bằng cách này, hệ thống miễn dịch sẽ có khả năng nhận ra virus thực sự nếu sau này gặp phải, và khi đó nó có thể phản ứng nhanh và mạnh.



ĐẬU MÙA LÀ BỆNH TRUYỀN NHIỄM DUY NHẤT ĐÃ ĐƯỢC LOẠI BỎ BẰNG CÁCH TIÊM PHÒNG

VIRUS VỚI MỤC ĐÍCH TỐT

Virus có thể được biến đổi gien để mang thuốc đến các tế bào cụ thể, từ đó góp phần giúp chữa trị ung thư. Virus ADN cũng có thể chuyển gien "khỏe mạnh" vào các tế bào nhờ kỹ thuật liệu pháp gien (như được minh họa ở đây). Các loại virus khác thậm chí còn có khả năng chống lại vi khuẩn gây bệnh, đưa ra giải pháp thay thế cho kháng sinh trong điều trị nhiễm trùng.



Tế bào

Gần như mọi bộ phận của bất kỳ cơ thể sinh vật nào cũng bao gồm các đơn vị sống gọi là tế bào. Các tế bào xử lý thức ăn và năng lượng, cảm nhận môi trường xung quanh, phát triển và tự hồi phục – tất cả trong một không gian nhỏ hơn năm lần so với một dấu chấm trên giấy.

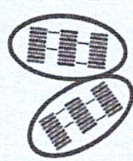
Các tế bào hoạt động thế nào?

Một tế bào chứa đầy các cấu trúc nhỏ gọi là bào quan. Giống như các cơ quan trong cơ thể, mỗi bào quan thực hiện một hoặc nhiều nhiệm vụ chuyên môn quan trọng đối với hoạt động của tế bào. Tất cả các tế bào thu thập nguyên liệu từ môi trường xung quanh để tạo ra vô số các chất phức tạp.

1 Sản xuất protein
Hầu hết các chất mà tế bào cần là các protein cụ thể, được tạo ra theo chỉ thị di truyền (xem trang 158-159) tại các vị trí được gọi là ribosome, gắn trên bề mặt phức tạp của một bào quan gọi là lưới nội chất hạt.

2 Đóng gói
Các protein di chuyển trong các túi – các bong bóng tế bào nhỏ trôi tới thể Golgi. Bào quan này hoạt động như một bưu điện di động, đóng gói và dán nhãn các protein, xác định nơi chúng được gửi đến tiếp theo.

3 Vận chuyển
Thể Golgi đặt các protein vào các túi khác nhau tùy thuộc vào nhãn của chúng. Các túi sẽ lên đường vận chuyển, và những túi được định là ra bên ngoài sẽ hòa với màng tế bào và giải phóng các protein bên ngoài.



MỖI MM VUÔNG TRÊN BỀ MẶT LÁ CÓ THỂ CHỨA ĐẾN 800.000 LỤC LẠP



Lưới nội chất hạt là nơi tạo ra protein; thành phẩm được vận chuyển giữa các màng phức tạp của nó

Lưới nội chất trơn tạo ra và vận chuyển chất béo, acid béo và cholesterol trong tế bào

TẾ BÀO SỐNG ĐƯỢC BAO LÂU?

Tùy vào chức năng của chúng. Các tế bào da động vật tồn tại khoảng một vài tuần trước khi rơi ra, nhưng các tế bào bạch cầu liên quan đến phòng vệ lâu dài có thể sống tới một năm hoặc hơn.

KHÔNG BÀO

Không bào lưu trữ nước, chất dinh dưỡng, và đôi khi còn chứa cả độc tố bảo vệ cây

Lục lạp là nơi diễn ra quang hợp (xem trang 168-169)

LỤC LẠP

Bào tương là dịch lỏng nơi xảy ra nhiều phản ứng hóa học tế bào

Màng tế bào kiểm soát những gì đi vào và ra khỏi tế bào

TIÊU THỂ

Tiêu thể chứa các enzyme tiêu hóa có khả năng tiêu diệt kẻ xâm lược hoặc các chất không mong muốn

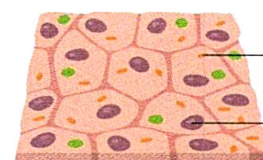
MÀNG TẾ BÀO

Sự đa dạng của các tế bào

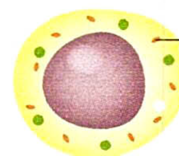
Tế bào động vật khác với tế bào thực vật. Không bị ràng buộc và không được hỗ trợ bởi một thành tế bào, các tế bào động vật không thể phát triển lớn như tế bào thực vật. Nhưng, giống như những tế bào thực vật, chúng có hình dạng khác nhau tùy thuộc vào chức năng. Bởi vì động vật cần nhiều năng lượng hơn thực vật, tế bào của chúng có nhiều ty thể hơn. Nhưng chúng luôn thiếu lục lạp để quang hợp, vì động vật tiêu thụ, chứ không phải sản xuất, thức ăn của chúng.

Các tế bào động vật khác nhau

Các tế bào da phẳng có thể tạo thành dạng một tấm, nhưng vì chúng không phải bận rộn tạo ra protein nên chúng có ít ty thể. Ngược lại, tế bào bạch cầu có nhiều ty thể, giúp nó có thể phản ứng cực nhanh trong các hoạt động bảo vệ cơ thể.



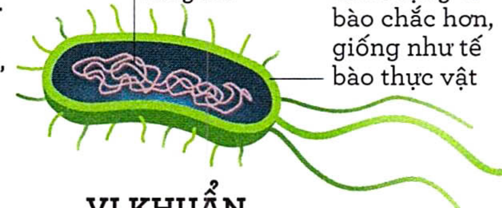
TẾ BÀO DA



BẠCH CẦU

Tế bào vi khuẩn

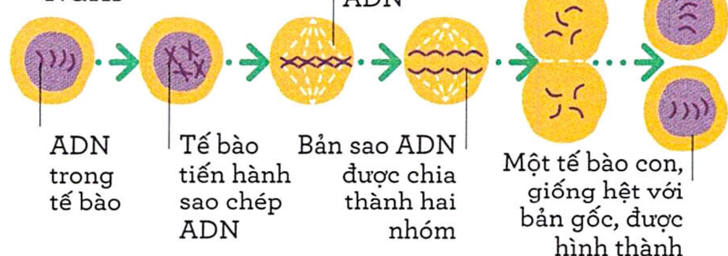
Tế bào vi khuẩn hoàn toàn không giống với tế bào động vật và thực vật. Vi khuẩn đã tiến hóa từ rất lâu trước khi động vật, thực vật, hoặc thậm chí là tảo đơn bào xuất hiện. Chúng có thành tế bào nhưng không có nhân để chứa ADN của chúng.



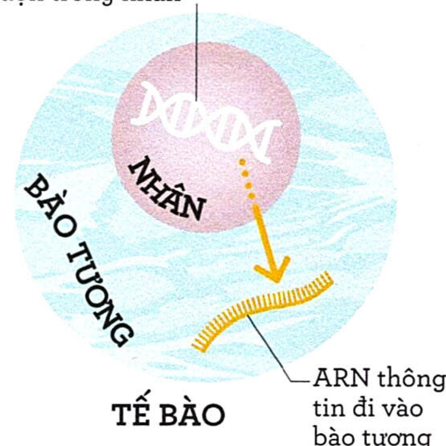
VI KHUẨN

TẠO RA NHIỀU TẾ BÀO HƠN

Các tế bào trong một cơ thể đa bào phải tự nhân đôi nhiều lần để cơ thể phát triển hoặc tự tái tạo. Quá trình sao chép này, được gọi là nguyên phân, là không dễ dàng, vì mỗi tế bào phải có bản sao bộ gien riêng – chỉ thị ADN đầy đủ cho cơ thể. Đầu tiên, ADN sẽ được sao chép đầy đủ trước khi tế bào phân tách thành các tế bào con.



Cách thức hoạt động của gien



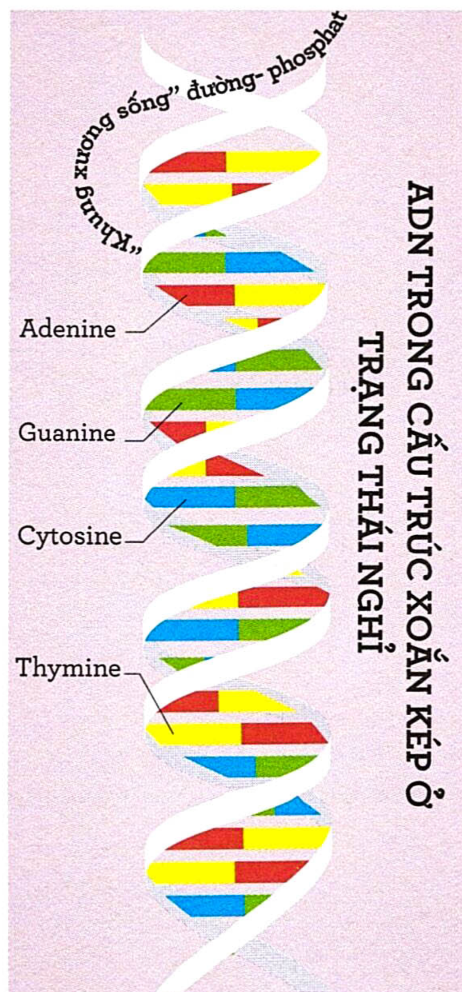
ADN chứa các thông tin được mã hóa kiểm soát sự tăng trưởng và tồn tại của các sinh vật sống. Chỉ thị của nó được chuyển hóa thành các protein cụ thể mà một sinh vật cần. Một đoạn ADN chứa mã tạo protein được gọi là gien.

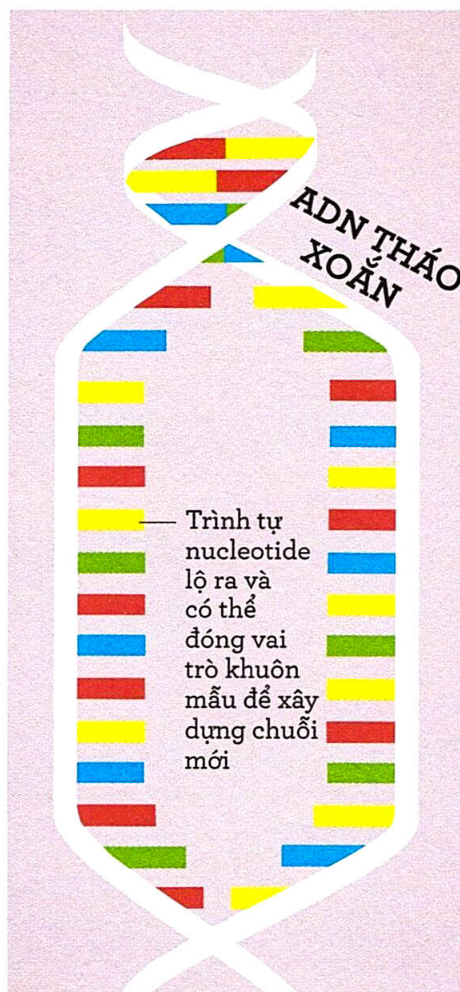
Tạo nên protein

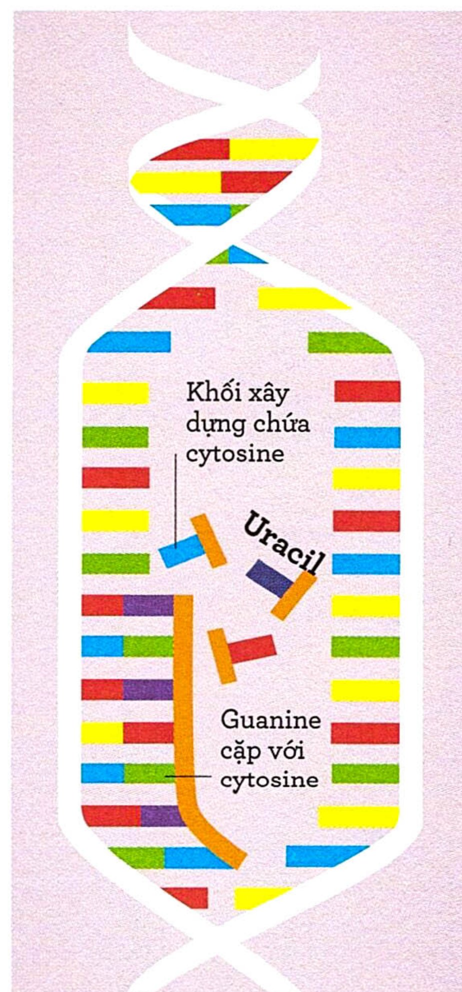
Hàng trăm loại protein tham gia vào các quá trình sống của tế bào. Nhiều trong số chúng là các enzyme giúp tăng tốc, hoặc xúc tác, phản ứng hóa học; trong khi số khác giúp di chuyển vật liệu qua màng tế bào hoặc thực hiện các nhiệm vụ quan trọng khác. Tất cả đều được thực hiện theo chỉ thị của gien. Mỗi gien phải được sao chép vào một phân tử gọi là ARN, có vai trò mang các chỉ thị từ nhân đến bộ máy tạo protein trong tế bào.

Mọi chuyện bắt đầu ở đâu

DNA quá dài và cồng kềnh đến mức nó chỉ có thể ở yên trong nhân. Tuy nhiên, các protein lại được tạo ra trong bào tương, do đó các bản sao của gien phải được gửi đi dưới dạng ARN thông tin.







1 Cấu trúc ADN

Phân tử ADN là một chuỗi xoắn kép bao gồm hai mạch xoắn. Bốn đơn vị hóa học, được gọi là nucleobase, kết hợp giữa hai mạch theo nguyên tắc bổ sung: adenine với thymine, và guanine với cytosine.

2 ADN tháo xoắn

Chỉ thị di truyền được mã hóa trong trình tự nucleotide dọc theo một mạch. Các phần được gọi là gien chứa mã cho các protein cụ thể sẽ lộ ra khi chuỗi xoắn kép mở ra ở những điểm phù hợp.

3 Tổng hợp ARN từ khuôn ADN

Một mạch ARN được xây dựng dọc theo mạch khuôn của gien, chuỗi nucleobase của nó bổ sung cho chuỗi nucleobase của gien. Uracil trong ARN được sử dụng để ghép với adenine, thay vì thymine.

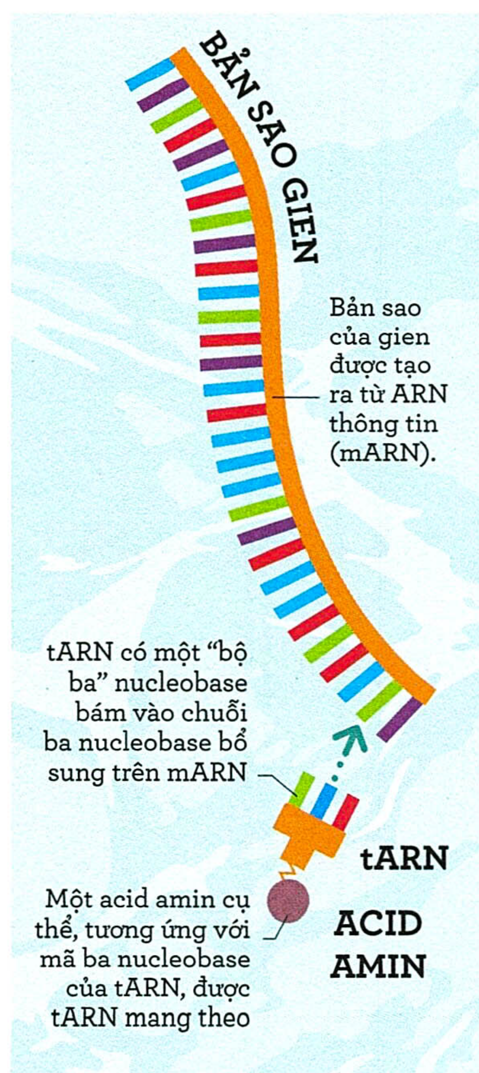


MÃ DI TRUYỀN – MỘT NGÔN NGỮ PHỔ QUÁT

Mỗi loại sinh vật có một bộ gien riêng, nhưng cách thức trình tự nucleotide được chuyển thành các acid amin là tương tự trong tất cả các sinh vật, từ vi khuẩn cho đến thực vật và động vật: một bộ ba nucleobase luôn chuyển thành cùng một acid amin. Ví dụ, mã AAA tạo ra acid amin lysine, AAC là mã cho asparagine, và cứ thế.

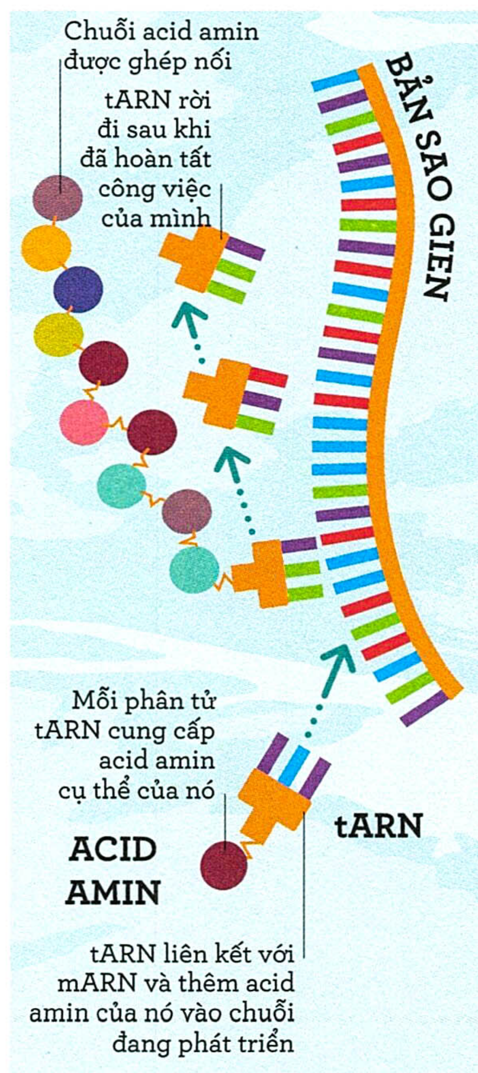


CỨ MỖI GIÂY LẠI CÓ THÊM 50 NUCLEOBASE KHI ADN ĐƯỢC SAO CHÉP TRONG MỘT TẾ BÀO NGƯỜI



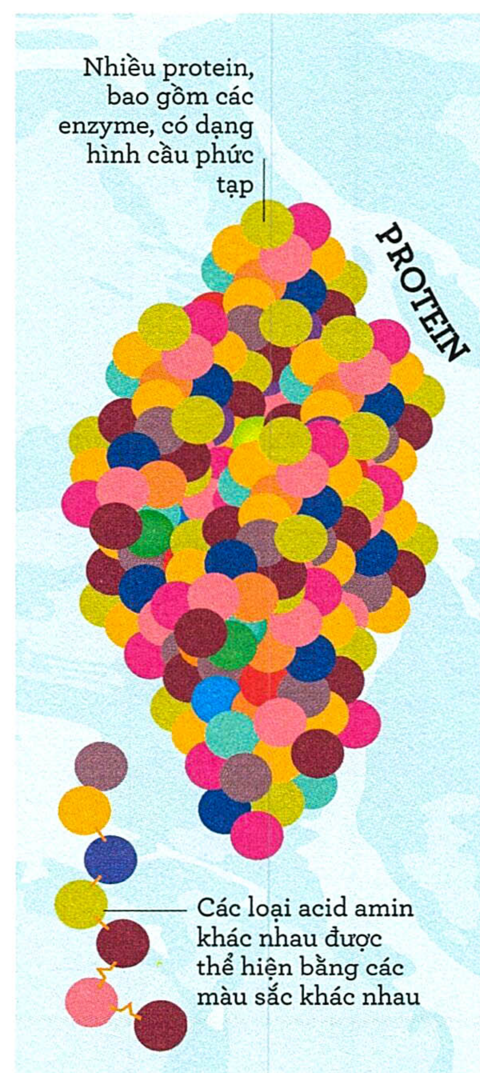
4 Gien rời khỏi nhân

Chuỗi ARN thông tin (mARN) đã hoàn thành – hệt như một tấm gương phản chiếu của gien – tách ra và di chuyển vào bào tương. Ở đó, nó thu hút các phân tử ARN vận chuyển (tARN) cụ thể.



5 Phiên mã thành acid amin

Các phân tử tARN nhận ra và dính vào các chuỗi cụ thể trên mARN. Mỗi tARN mang theo một acid amin cụ thể, tham gia vào một chuỗi lớn dần. Theo cách này, trình tự nucleotide được phiên mã thành các acid amin.



6 Acid amin xếp thành protein

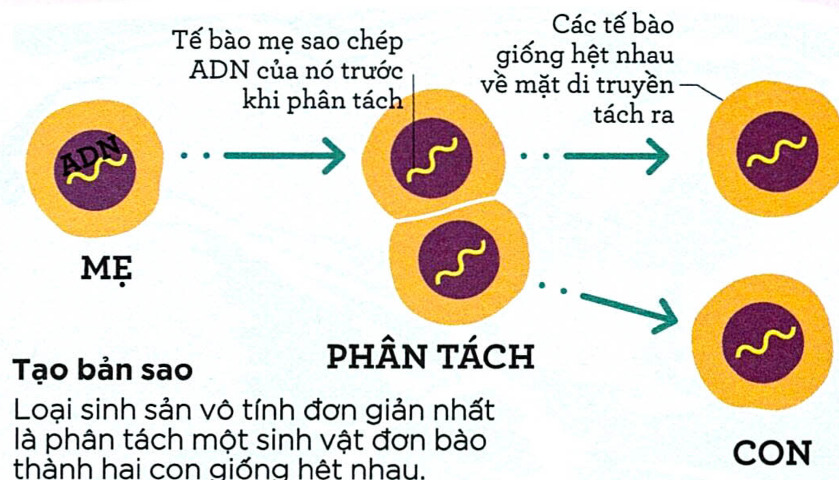
Trình tự cụ thể của các acid amin, được quyết định bởi thứ tự các nucleobase trong gien, kiểm soát cách thức mà chuỗi cuộn xếp thành một phân tử protein phức tạp. Cách thức protein cuộn lại quyết định hình dạng và chức năng của nó.

Sinh sản

Khi sự sống tạo ra sự sống, các sinh vật tìm ra những cách khác nhau để truyền lại bộ gien của mình, với số lượng lớn nhất có thể, từ thế hệ này sang thế hệ tiếp theo. Một số sinh vật sống đơn giản là phân mảnh, nhưng đối với đa số sinh vật hữu tính, sinh sản tạo nên đa dạng di truyền.

Sinh sản vô tính

Tất cả các sinh vật sẽ sao chép ADN của chúng khi các tế bào phân chia. Ở một số loài, việc sao chép toàn bộ cơ thể của sinh vật cũng chỉ đơn giản là sao chép một lần (xem trang 186-187). Sinh sản vô tính – không thụ tinh – tạo ra con cái giống hệt nhau, dễ mắc bệnh và gặp khủng hoảng sinh thái như nhau. Nhưng sự đơn giản khiến nó trở nên lý tưởng để sinh sôi nảy nở nhanh chóng.

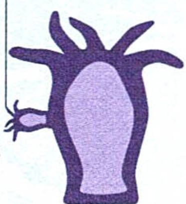


Tạo bản sao

Loại sinh sản vô tính đơn giản nhất là phân tách một sinh vật đơn bào thành hai con giống hệt nhau.

Sinh sản mọc chồi

Những động vật đơn giản, như hải quỳ, có thể nảy mầm con mới từ cơ thể mẹ.



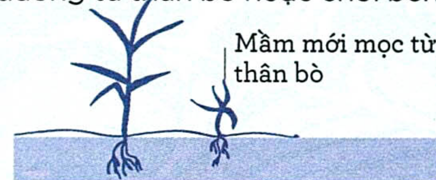
Trinh sản

Một vài động vật lại trải qua quá trình trinh sản. Trứng rệp có thể phát triển thành con bên trong cơ thể mẹ mà không cần thụ tinh.



Sinh sản sinh dưỡng

Sự phát triển phân nhánh của nhiều loài cây khiến chúng trở nên phù hợp với hình thức sinh sản sinh dưỡng từ thân bò hoặc chồi bên.

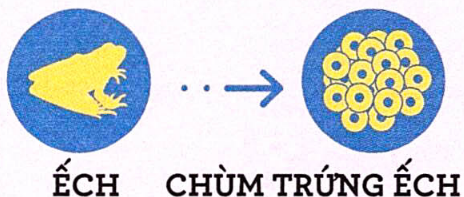


Chiến lược sinh sản

Có những cách tương phản nhau để "đầu tư" cho thế hệ tiếp theo. Một số sinh vật sinh ra vô số con cái để bù đắp cho thực tế rằng mỗi con có cơ hội sống sót rất mong manh. Trong khi các loài khác ít sinh sôi nảy nở hơn, nhưng chúng lại là những bậc cha mẹ tận tụy đến mức mỗi con đều phát triển khỏe mạnh nhờ sự chăm sóc mà nó nhận được.

Nhiều con

Ếch có thể đẻ ra hàng trăm quả trứng trong một lần sinh sản – và sẽ tiếp tục làm như vậy qua từng năm. Nhưng hầu hết con của nó bất lực trước kẻ săn mồi.



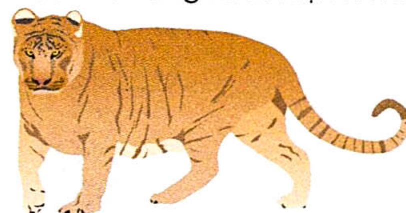
Ít con

Thần ưng California – một loài chim săn mồi – bắt đầu sinh sản khi nó được tám tuổi và chỉ đẻ tối đa một quả trứng mỗi năm.



RÀO CẢN SINH SẢN

Các loài khác nhau hiếm khi giao phối vì các rào cản sinh sản ngăn chặn điều đó. Chim chỉ đáp lại những khúc hát tán tỉnh của con cùng loài. Hổ và sư tử được chia tách do địa lý và môi trường sống. Các giống lai tự nhiên vẫn thỉnh thoảng xuất hiện, nhưng không thể tồn tại lâu, vì khả năng sinh sản của chúng thường rất kém. Tuy nhiên, trong điều kiện nuôi nhốt, các rào cản tự nhiên bị phá vỡ và các giống lai như sư hổ có nhiều khả năng xuất hiện hơn.

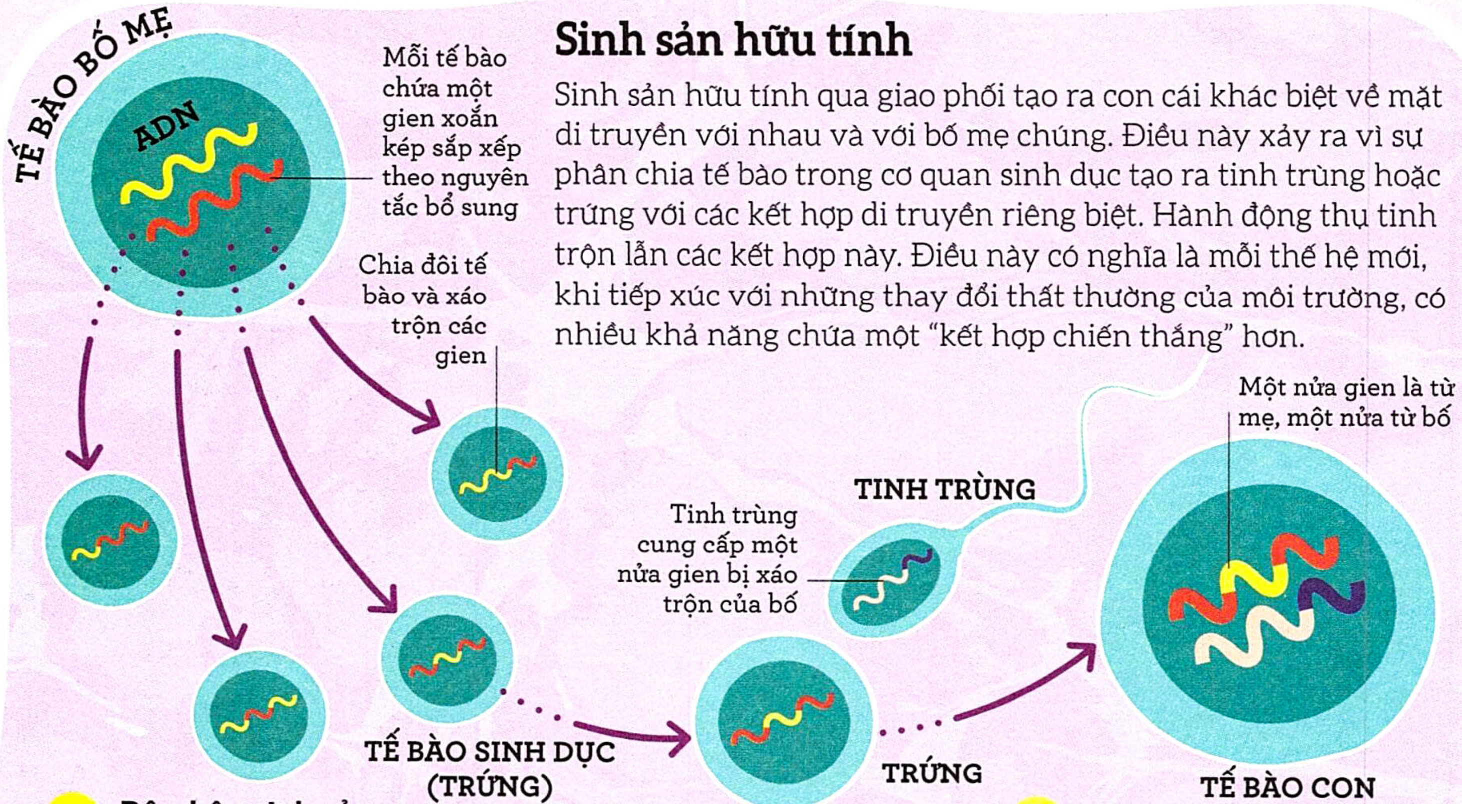


SƯ HỔ – LOÀI LAI GIỮA CHA LÀ SƯ TỬ VÀ MẸ LÀ HỔ



Sinh sản hữu tính

Sinh sản hữu tính qua giao phối tạo ra con cái khác biệt về mặt di truyền với nhau và với bố mẹ chúng. Điều này xảy ra vì sự phân chia tế bào trong cơ quan sinh dục tạo ra tinh trùng hoặc trứng với các kết hợp di truyền riêng biệt. Hành động thụ tinh trộn lẫn các kết hợp này. Điều này có nghĩa là mỗi thế hệ mới, khi tiếp xúc với những thay đổi thất thường của môi trường, có nhiều khả năng chứa một "kết hợp chiến thắng" hơn.



1 Bộ phận sinh sản

Tế bào sinh dục (trứng và tinh trùng) được sản xuất từ một loại phân chia tế bào gọi là giảm phân. Quá trình này làm giảm một nửa số lượng nhiễm sắc thể, đồng thời xáo trộn các gien.

2 Giao phối (thụ tinh)

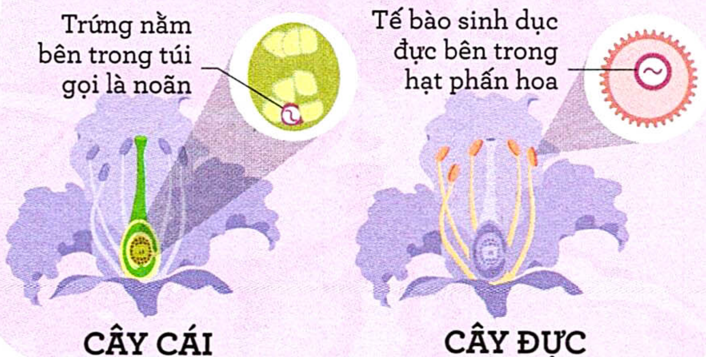
Các sinh vật thường sản xuất nhiều tế bào sinh dục đực nhỏ, di động, và ít trứng hơn, kích thước lớn hơn. Một khi các tế bào sinh dục này hợp nhất, tế bào con là một hỗn hợp di truyền của cha và mẹ.

3 Kết hợp mới

Thụ tinh phục hồi tính xoắn kép của gien, nhưng cũng tạo ra gien mới, khác biệt về di truyền. Kết hợp di truyền mới này sẽ được sao chép trong mọi tế bào cơ thể ở con.

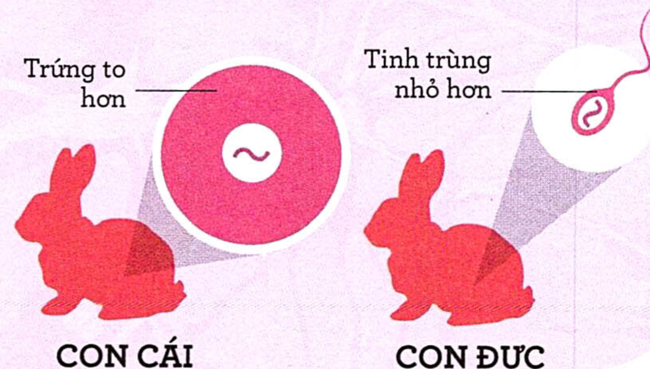
Thụ phấn ở thực vật

Thực vật có hạt giống chuyển các tế bào sinh dục đực, trong hạt phấn hoa, đến các cơ quan sinh dục cái. Mỗi hạt phấn nảy mầm ra một ống siêu nhỏ để đưa tế bào đực đến một quả trứng nằm sâu bên trong bông hoa.

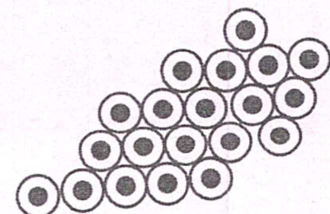


Giao phối ở động vật

Tinh trùng sử dụng một cái đuôi hình roi để bơi đến trứng. Ở nhiều động vật thủy sinh, sự thụ tinh xảy ra ở vùng nước xung quanh. Trên đất liền, tinh trùng phải xâm nhập vào cơ thể của con cái, vì vậy thụ tinh diễn ra bên trong cơ thể.



CÁ MẶT TRĂNG ĐẺ 300 TRIỆU TRỨNG CÙNG MỘT LÚC – NHIỀU HƠN BẤT KỲ ĐỘNG VẬT CÓ XƯƠNG SỐNG NÀO KHÁC



Truyền gien

Con cái thừa hưởng các đặc điểm từ bố mẹ chúng, bởi vì những đặc điểm đó bị ảnh hưởng bởi gien trong các tế bào (xem trang 158-159). Các gien được sao chép bất cứ khi nào các tế bào phân chia, và những gien mang trong trứng và tinh trùng sẽ được truyền từ thế hệ này sang thế hệ tiếp theo. Khi thụ tinh, gien khác nhau từ bố và mẹ gặp nhau. Sự kết hợp giữa các biến thể gien chính là cơ sở của di truyền.

Di truyền cơ bản

Các kiểu di truyền đơn giản nhất liên quan đến mối quan hệ rõ ràng giữa một gien và một tính trạng. Ví dụ, màu lông hổ được kiểm soát bởi một gien duy nhất. Biến thể bình thường của gien này cho một lớp lông màu cam; một phiên bản đột biến hiếm hơn cho màu trắng. Mỗi tế bào cơ thể có ít nhất hai bản sao của mỗi loại gien. Nhưng vì biến thể gien màu cam luôn được ưu tiên, nên hai bản sao của gien màu trắng phải đi cùng nhau thì chúng mới có hiệu lực. Chỉ khi đó gien màu trắng mới được biểu hiện thành lớp lông màu trắng.



HỔ TRẮNG KHÔNG PHẢI LÀ MỘT LOÀI – GẦN NHƯ TẤT CẢ CHÚNG ĐỀU LÀ HỔ BENGAL VÀ ĐỀU CÓ THỂ GIAO PHỐI VỚI BẠN TÌNH CÓ LÔNG MÀU CAM

SINH RA ĐỂ CHẠY?

Một số đặc điểm, chẳng hạn như nhóm máu, được xác định hoàn toàn bởi gien. Nhưng các đặc điểm khác chịu ảnh hưởng từ cả di truyền lẫn môi trường. Các gien ảnh hưởng đến màu da và khối lượng cơ bắp, nhưng chúng chỉ đơn thuần đặt ra các giới hạn xung quanh một phạm vi biến đổi tiềm năng. Tác động môi trường giúp xác định kết quả: tắm nắng có thể làm cho da sẫm màu hơn, và tập luyện thể thao có thể giúp phát triển cơ bắp để chạy.



TRƯỚC KHI TẬP LUYỆN



SAU KHI TẬP LUYỆN

HỔ BENGAL ĐỰC



Nhiễm sắc thể với gien biến thể lông trắng



Nhiễm sắc thể với gien lông cam bình thường

HỔ BENGAL CÁI

1 Thông tin di truyền của bố mẹ

Ở đây, cả bố và mẹ đều có sự kết hợp di truyền giống hệt nhau về gien màu lông: một gien màu cam và một gien màu trắng. Nhưng ngoài ra vẫn có nhiều gien khác có thể khác nhau giữa bố và mẹ.



2 Tế bào sinh dục

Sự hình thành các tế bào sinh dục – tinh trùng hoặc trứng – liên quan đến một loại phân chia tế bào phân tách từng cặp nhiễm sắc thể, từ đó cũng phân tách các cặp gien. Điều đó có nghĩa là một nửa số tinh trùng hoặc trứng sẽ mang biến thể gien màu cam và nửa còn lại mang biến thể màu trắng.

TINH TRÙNG

Tinh trùng với gien biến thể lông trắng

TINH TRÙNG

Tinh trùng với gien biến thể lông cam

TRỨNG

Trứng với gien biến thể lông trắng

TRỨNG

Trứng với gien biến thể lông cam

3 Kết quả di truyền

Chúng ta không thể dự đoán tinh trùng nào sẽ hợp nhất với trứng nào. Nhưng tỷ lệ cố định của các gien màu cam và trắng trong các tế bào sinh dục có nghĩa là ở đây chỉ có 25% cơ hội là hai biến thể gien màu trắng kết hợp với nhau để tạo thành kiểu hình lông trắng.

HỔ CON LÔNG CAM

TẾ BÀO CƠ THỂ

Tế bào cơ thể chứa hai bản sao lông cam của gien màu lông

HỔ CON LÔNG CAM

TẾ BÀO CƠ THỂ

Tế bào cơ thể chứa cả hai loại bản sao của gien màu lông

HỔ CON LÔNG CAM

TẾ BÀO CƠ THỂ

Tế bào cơ thể cũng chứa cả hai loại bản sao của gien, nhưng được thừa kế từ bố mẹ theo thứ tự ngược lại

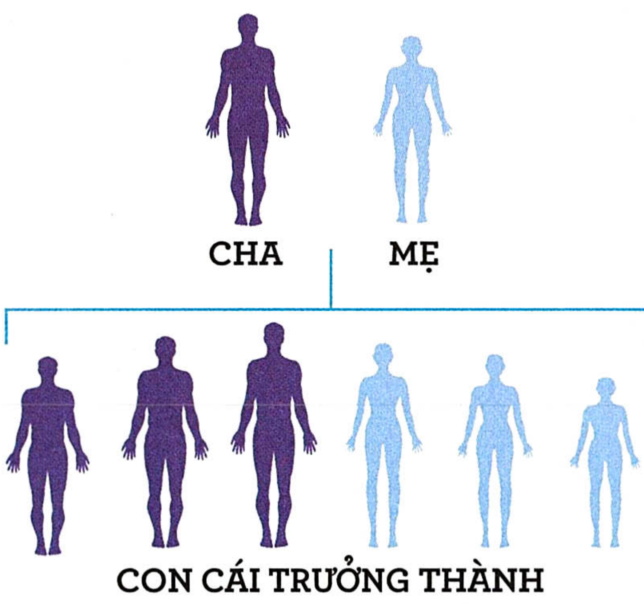
HỔ CON LÔNG TRẮNG

TẾ BÀO CƠ THỂ

Tế bào cơ thể chứa hai bản sao biến thể lông trắng của gien

Biến đổi đều

Không phải tất cả các đặc điểm được kế thừa đều tuân theo tỷ lệ cố định đơn giản mà chúng ta thấy trong trường hợp màu lông hổ. Trong thực tế, hầu hết các đặc điểm là kết quả của nhiều gien tương tác với nhau. Ví dụ, chiều cao của con người bị ảnh hưởng bởi nhiều gien chi phối sự phát triển của xương và cơ bắp, tạo ra con cái trung gian với mô hình biến đổi đều hơn.



Con bạn sẽ cao bao nhiêu?

Chiều cao của con người không chỉ bị ảnh hưởng bởi nhiều gien tương tác mà còn do các yếu tố khác, chẳng hạn như chế độ ăn uống, ảnh hưởng. Nhìn chung, nếu cha mẹ cao thì con cái cũng thường cao hơn, nhưng chúng ta không thể dự đoán chiều cao thực tế của chúng.

NHỮNG THAY ĐỔI TRONG SUỐT CUỘC ĐỜI CHA MẸ CÓ THỂ ĐƯỢC TRUYỀN LẠI KHÔNG?

Cái gọi là hiệu ứng biểu sinh (ngoại di truyền) xảy ra khi hóa chất gắn vào ADN trong dòng đời của sinh vật làm thay đổi cách đọc gien. Đôi khi, những thay đổi này có thể được truyền lại cho đời con.

Sự sống bắt đầu như thế nào?

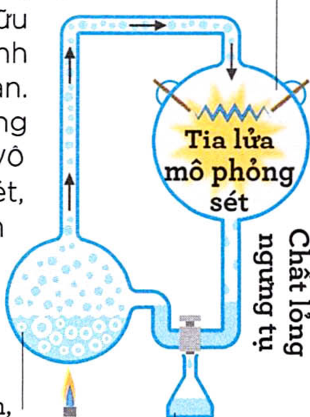
Chúng ta có lẽ sẽ chẳng bao giờ chắc chắn được rằng làm thế nào các sinh vật sống lại xuất hiện từ vật chất không sống. Nhưng manh mối về sự kiện quan trọng này đang nằm trong các tảng đá xung quanh ta, và trong cả các nguyên liệu thô trong các sinh vật còn tồn tại đến ngày nay. Chúng hàm ý rằng điều kiện hàng tỷ năm trước có thể đã thúc đẩy một dây chuyền lắp ráp các phân tử ngày càng phức tạp dẫn đến sự hình thành các tế bào đầu tiên.

Thành phần của sự sống

Khi sự sống xuất hiện trên Trái Đất, thế giới vẫn còn là một nơi hỗn độn và đầy mối đe dọa, rất khác so với ngày nay. Địa hình núi lửa nằm bên dưới bầu khí quyển chỉ toàn khí độc, không thể lọc được tia mặt trời bỏng giãy. Các thí nghiệm cho thấy trong điều kiện năng lượng cao này, những hóa chất đơn giản như carbon dioxide, methan, nước và amonia có thể kết hợp để tạo thành các phân tử hữu cơ đầu tiên. Khi các khối xây dựng sự sống ngưng tụ trong các đại dương đầu tiên, ta thậm chí có thể nói rằng: sự xuất hiện của các sinh vật sống không chỉ là tình cờ mà là không thể tránh khỏi.

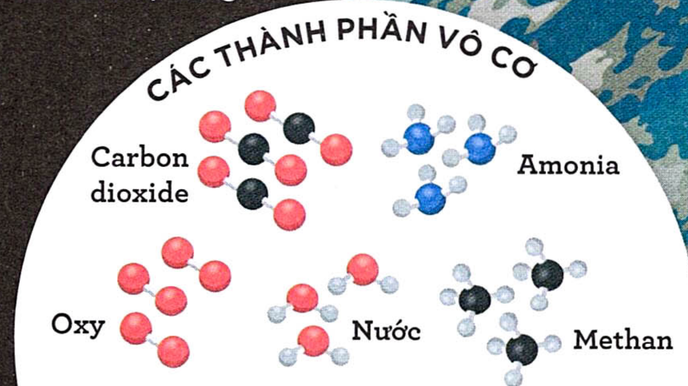
TIA LỬA THIẾT YẾU

Năm 1952, Stanley Miller và Harold Urey từ Đại học Chicago đã thử nghiệm ý tưởng rằng các phân tử hữu cơ phức tạp có thể hình thành từ các vật liệu vô cơ đơn giản. Bằng cách cung cấp năng lượng cho một hỗn hợp vô cơ bằng tia lửa mô phỏng sét, họ đã tái tạo các điều kiện của Trái Đất thuở ban đầu và tạo nên các acid amin đơn giản – các khối xây dựng protein sinh học.



THÍ NGHIỆM MILLER–UREY

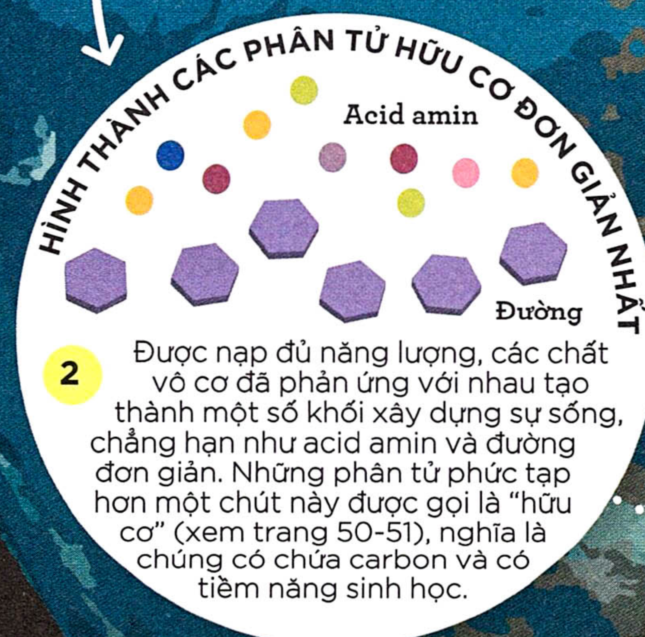
"Nồi xúp nguyên thủy"
Hơn 4 tỷ năm trước, lớp vỏ Trái Đất là vô cùng nóng và không ổn định, thường xuyên bị các tiểu hành tinh bắn phá và luôn trong tình trạng hỗn loạn do phun trào núi lửa. Nhưng nước lỏng vẫn tồn tại ở một số nơi, tạo thành những đại dương và biển sơ khai – ngôi nhà đầu tiên cho sự sống.



1 Khí quyển ban đầu không có oxy, nhưng chứa hỗn hợp phức tạp các loại khí khác. Carbon dioxide, amonia và nhiều chất khác là những nguồn cung chính các nguyên tố của sự sống: carbon, hydro, oxy và nitơ.



NĂNG LƯỢNG ĐẦU VÀO (ĐỊA NHIỆT VÀ SẤM SÉT)



2 Được nạp đủ năng lượng, các chất vô cơ đã phản ứng với nhau tạo thành một số khối xây dựng sự sống, chẳng hạn như acid amin và đường đơn giản. Những phân tử phức tạp hơn một chút này được gọi là "hữu cơ" (xem trang 50-51), nghĩa là chúng có chứa carbon và có tiềm năng sinh học.





TRÁI ĐẤT HIỆN 4,54 TỶ NĂM TUỔI VÀ LỊCH SỬ SỰ SỐNG CÓ THỂ ĐÃ BẮT ĐẦU TỪ 4,28 TỶ NĂM TRƯỚC

TRÁI ĐẤT THUỞ HỒNG HOANG

TẾ BÀO

6 Các tế bào thực sự đầu tiên là một tập hợp các thành phần hóa học, gồm bộ sao chép và chất xúc tác, nhằm duy trì các phản ứng hóa học phụ thuộc lẫn nhau – nói cách khác, chúng trở thành vật chủ cho sự "trao đổi chất" đầu tiên.

TẠO MÀNG

Viên

Tấm

5 Một số phân tử hữu cơ dạng dầu, đáng chú ý là phospholipid, kết tụ thành màng một cách tự nhiên. Những màng này tồn tại dưới dạng các tấm, hoặc chúng có thể tự động bọc lại thành các viên hình cầu, để chứa đựng và cô đặc các thành phần của sự sống bên trong.

SAO CHÉP

ARN

4 Sự sống sinh ra sự sống, vì một số polyme có thể tự sao chép. Ngày nay, chuỗi xoắn kép của ADN là bộ sao chép chính, nhưng những sinh vật sống đầu tiên có thể đã sử dụng ARN mạch đơn có thể sao chép một cách đơn giản hơn.

POLYME HỮU CƠ

Chuỗi đường

Phospholipid

Peptide

3 Các phân tử lớn hơn, chẳng hạn như protein, ADN và lipid (chất béo), được tổng hợp thành các polyme – chuỗi các phân tử nhỏ hơn. Quá trình hình thành polyme có thể đã được xúc tác (tăng cường) ở những nơi giàu khoáng sản, như các đại dương sâu.

Sự sống từ phi sự sống

Chỉ riêng các phân tử hữu cơ đơn giản nhất là không đủ để tạo ra các tế bào. Các phân tử hữu cơ nhỏ phải liên kết với nhau thành các phân tử lớn hơn, chẳng hạn như protein và ADN. Trong trường hợp không có bất kỳ sinh vật nào tồn tại từ trước đó, các phân tử lớn sẽ tồn tại đủ lâu để được đóng gói, một cách tình cờ, trong màng dầu. Người ta cho rằng các lỗ thông hơi núi lửa dưới biển sâu – mà cho đến ngày nay vẫn rất giàu các khoáng chất có khả năng xúc tác cho phản ứng hóa học – có thể đã hoạt động giống như các "trại ươm giống" để tạo ra các tế bào nguyên sinh đầu tiên theo cách này.

TẠI SAO KHÔNG CÓ SỰ SỐNG Ở NƠI KHÁC TRONG HỆ MẶT TRỜI CỦA CHÚNG TA?

Chỉ có các điều kiện trên Trái Đất (gồm một bề mặt rắn với các đại dương nước lỏng) là "phù hợp nhất" cho sự sống – điều này đôi khi còn được gọi là Hiệu ứng Goldilocks.

Vạn vật tiến hóa ra sao?

Các sinh vật đa dạng từ cây sồi, con người, đến dừa cạn đều có bộ gien rất giống nhau, đến nỗi một kết luận khoa học sâu rộng là điều không thể tránh khỏi – rằng muôn loài, giống như một cây phả hệ khổng lồ, đều có nguồn gốc từ một tổ tiên chung duy nhất. Sự tiến hóa qua vô số thế hệ cũng tựa như những nhánh cây mang lại tính đa dạng cho sự sống.

Trường hợp rùa khổng lồ Galápagos

Sự sống tiến hóa theo những cách rất đặc biệt khi bị cô lập trên các hòn đảo xa xôi. Phân tích ADN cho thấy những con rùa khổng lồ ở Galápagos có liên hệ họ hàng rất gần với rùa trên đất liền – và trong vài triệu năm, các dạng biến thể đa dạng đã xuất hiện từ một đợt "nhập cư" duy nhất.

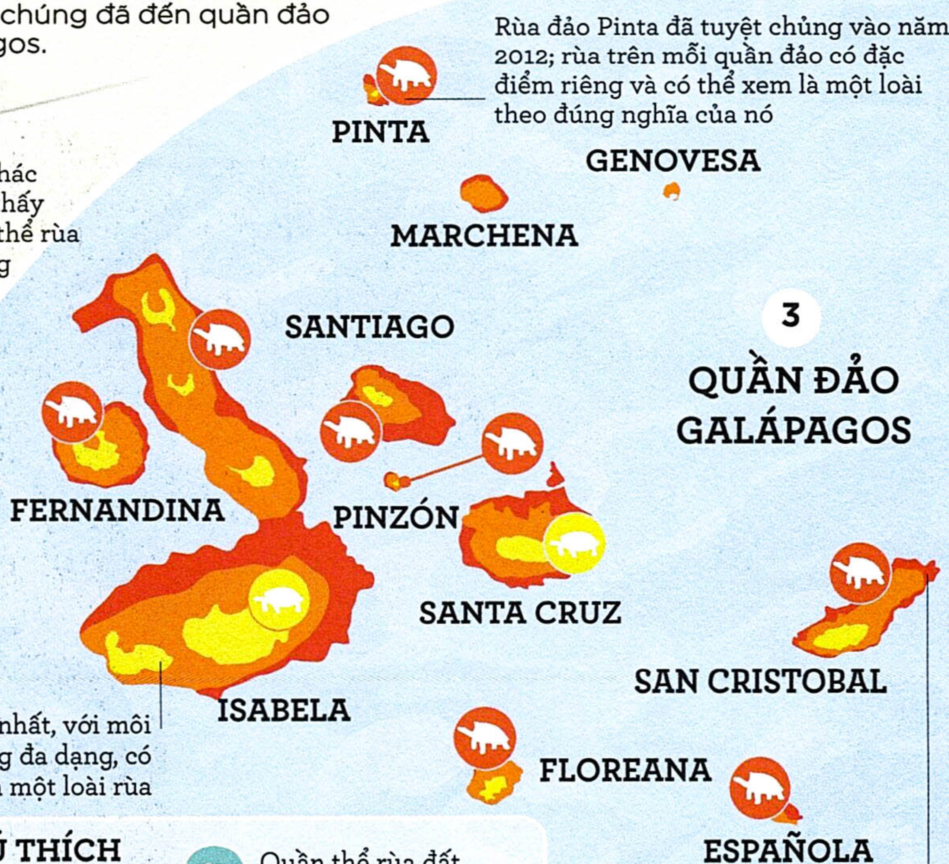
CHÚNG TA CÓ THỂ THẤY TIẾN HÓA XẢY RA KHÔNG?

Tiến hóa là một quá trình chậm, nhưng các quần thể sinh vật sinh sản nhanh trong phòng thí nghiệm, như ruồi giấm, đã tạo ra các chủng không thể giao phối với nhau. Những chủng này có thể coi là các loài mới.

1 Biến thể
Bất kỳ quần thể tự nhiên nào cũng có sự khác biệt gây ra bởi đột biến ngẫu nhiên – lỗi trong sao chép ADN. Từng gien hiếm khi đột biến, nhưng đột biến là điều không thể tránh khỏi và được tích lũy qua thời gian dài. Chúng dẫn đến sự thay đổi về kích thước, hình dạng và màu sắc trong quần thể rùa. Biến thể này cung cấp nguyên liệu thô cho tiến hóa.

2 Phân tán
Rùa Nam Mỹ, những con rùa lớn nhất thế giới – hiện đã tuyệt chủng – có lẽ chính là tổ tiên của rùa Galápagos khổng lồ ngày nay. Sau khi trôi từ bờ biển phía Tây của Nam Mỹ, theo dòng hải lưu Humboldt của Thái Bình Dương, chúng đã đến quần đảo Galápagos.





3 Cô lập
Khi lên bờ, những con rùa nhanh chóng bị cô lập và bắt đầu tiến hóa tách biệt với những con rùa khác trên đất liền. Những cá thể thích nghi được với môi trường sống khắc nghiệt đã có thể sống sót trên đất Galápagos khô cằn và lan khắp quần đảo. Ở những nơi khô nhất, những con rùa có "mai yên ngựa" có thể lần mò lên các thảm thực vật cao hơn, do đó – theo thời gian – chúng trở thành loài chiếm ưu thế.

CHÚ THÍCH

Môi trường sống ẩm ướt

Môi trường sống khô ráo

Môi trường sống khô cằn


Quần thể rùa đất liền tổ tiên

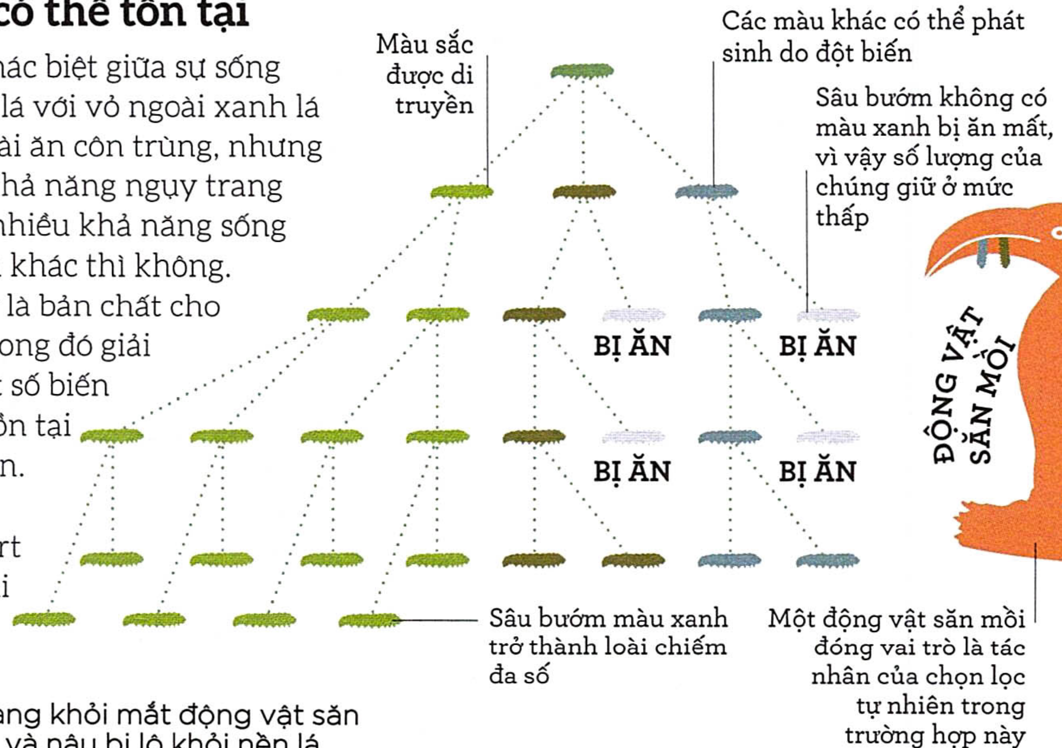

Rùa khổng lồ có mai tròn


Rùa khổng lồ có mai yên ngựa



Kẻ thích nghi nhất mới có thể tồn tại

Biến thể di truyền có thể tạo ra khác biệt giữa sự sống và cái chết. Một loài côn trùng ăn lá với vỏ ngoài xanh lá cây có thể ẩn mình khỏi những loài ăn côn trùng, nhưng đột biến màu sắc có thể làm mất khả năng ngụy trang của nó. Những con màu xanh có nhiều khả năng sống sót và sinh sản, trong khi các màu khác thì không. Quá trình "chọn lọc tự nhiên" này là bản chất cho lý thuyết nổi tiếng của Darwin, trong đó giải thích rằng các loài tiến hóa vì một số biến thể thích nghi tốt hơn và chúng tồn tại đủ lâu để sinh ra nhiều con cái hơn. Điều ấy đã truyền cảm hứng cho nhà tư tưởng thời Victoria, Herbert Spencer, đặt ra cụm "Kẻ thích nghi nhất mới có thể tồn tại".

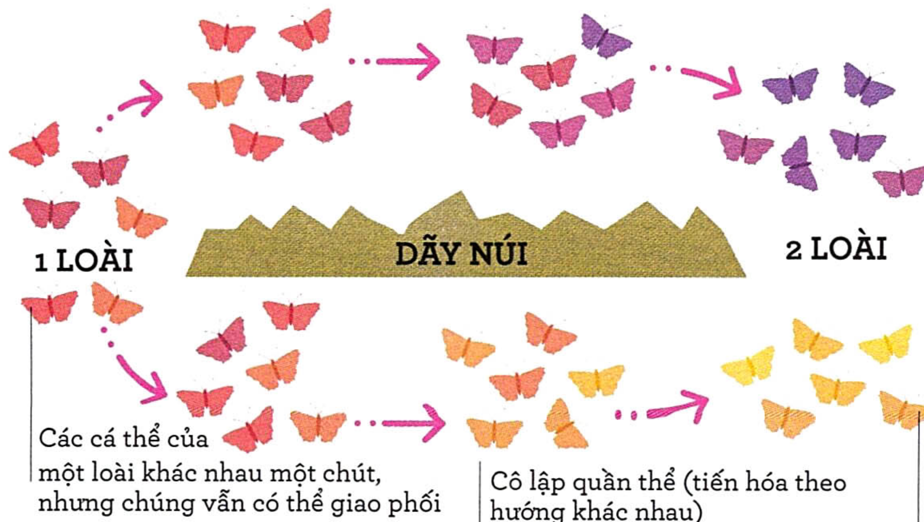


Lựa chọn của động vật săn mồi

Sâu bướm màu xanh được ngụy trang khỏi mắt động vật săn mồi. Những con đột biến màu xám và nâu bị lộ khỏi nền lá xanh và bị "đào thải" khỏi quần thể.

Loài mới từ loài cũ

Chọn lọc tự nhiên không tự nó làm cho quần thể phân chia thành các loài mới. Để hình thành loài mới, các quần thể phải được ngăn chặn khỏi sự lai giống, bằng cách chia cách địa lý, như rùa Galápagos, hoặc bởi các rào cản hành vi hoặc rào cản sinh học, thường phát triển khi các quần thể bị tách ra. Bất cứ điều gì làm phân chia quần thể và cho sự tiến hóa đủ thời gian để tạo ra phân lập sinh sản đều có thể giúp các loài mới xuất hiện.

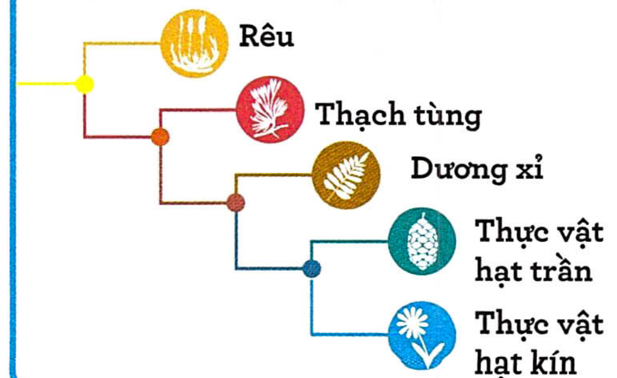


Loài mới có thể hình thành như thế nào

Chọn lọc tự nhiên dẫn đến những con bướm tiến hóa khác nhau ở hai bên sườn của một dãy núi. Sau khoảng thời gian đủ lâu, sự khác biệt giữa chúng có thể lớn đến mức chúng không còn có thể giao phối.

TIẾN HÓA LỚN

Những thay đổi nhỏ trong một vài thế hệ sẽ tích lũy thành biến đổi lớn qua hàng triệu năm, do đó các loài bị chia tách có thể tạo ra các nhóm sinh vật hoàn toàn mới. Đây là sự tiến hóa trên quy mô lớn, được gọi là tiến hóa lớn, và hồ sơ hóa thạch của các dạng tuyệt chủng giúp minh họa rằng từ cùng một tổ tiên chung có thể tạo nên các sinh vật rất khác biệt, như cây gỗ đỏ và hoa hướng dương.



MỘT GIEN CÓ THỂ ĐỘT BIẾN VỚI TỶ LỆ CỰC HIẾM, CHỈ 1 TRONG 1 TRIỆU TINH TRÙNG HOẶC TRỨNG



Cách thực vật cung cấp nhiên liệu cho thế giới

Quá trình quang hợp tạo ra các loại đường mang lại sự sống trong các phần màu xanh lá của thực vật giúp duy trì tất cả các chuỗi thức ăn trên hành tinh. Hàng tỷ tấm pin mặt trời siêu nhỏ trong tế bào thực vật khai thác ánh sáng mặt trời để chế biến nên thức ăn từ các thành phần đơn giản nhất: nước và carbon dioxide.

MẶT TRỜI

Năng lượng ánh sáng từ Mặt Trời được chuyển đổi nhờ quá trình quang hợp thành năng lượng hóa học trong đường

TẠI SAO DIỆP LỤC CÓ MÀU XANH?

Diệp lục hấp thụ các bước sóng ánh sáng đỏ và lam, sử dụng năng lượng trong ánh sáng này để quang hợp. Năng lượng của ánh sáng lục không được sử dụng và bị phản xạ trở lại – vào mắt chúng ta.

Khí khổng là một trong những lỗ trên lá nhận carbon dioxide

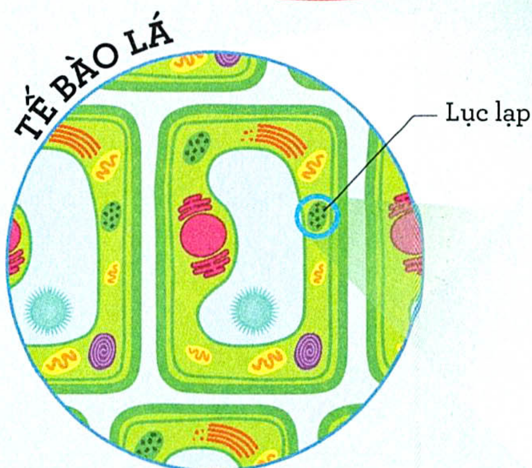
NHẢ OXY

NHẬN CARBON DIOXIDE

Quá trình hóa học

Hơn 90% các phân tử thực phẩm hữu cơ tạo thành từ các nguyên tố carbon, hydro và oxy. Khi thực vật tạo ra thức ăn, carbon dioxide được hấp thụ từ không khí sẽ cung cấp carbon và oxy; nước được hấp thụ từ đất cung cấp hydro. Đầu tiên, năng lượng ánh sáng được hấp thụ bởi sắc tố diệp lục màu xanh lá cây sẽ phân tách hydro năng lượng cao từ nước. Tiếp theo, hydro kết hợp với carbon dioxide để tạo thành đường. Toàn bộ quá trình xảy ra trong các hạt gọi là lục lạp.

Thân cây chứa các mạch siêu nhỏ vận chuyển đường



Các nhà máy của quang hợp

Lục lạp tập trung trong các tế bào ở mặt trên của lá, nơi chúng được xếp theo góc để thu được càng nhiều ánh sáng càng tốt. Có hàng chục lục lạp trên mỗi tế bào và hàng tỷ trong một chiếc lá.

ÁNH SÁNG ĐI VÀO LỤC LẠP

Các chồng thylakoid xếp như bánh kếp

Bộ máy chế biến thực phẩm

Các bộ phận hoạt động của lục lạp bao gồm các ngăn màng, được gọi là thylakoid, lơ lửng trong một chất lỏng gọi là chất nền. Diệp lục liên kết với thylakoid, trong khi cả màng và chất nền đều giàu enzyme thúc đẩy phản ứng.

1 Ánh sáng mặt trời tách nước
Cấu trúc hình đĩa của thylakoid được bao phủ bằng một cụm các phân tử diệp lục và các enzyme cần thiết để chiết xuất hydro từ nước. Điều này có nghĩa là năng lượng trong ánh sáng mặt trời được truyền một cách hiệu quả sang cho hydro.

ÁNH SÁNG THU ĐƯỢC

NƯỚC

Phân tử nước được hấp thụ carbon dioxide đi vào

THYLAKOID HÌNH ĐĨA

DIỆP LỤC

OXY ĐƯỢC GIẢI PHÓNG

HYDRO ĐƯỢC GIẢI PHÓNG

OXY

HYDRO

GLUCOSE

Các phân tử oxy phụ phẩm được giải phóng vào không khí thông qua khí khổng (lỗ trên lá)

Hydro kết hợp với carbon dioxide để tạo ra glucose

PHÂN PHỐI GLUCOSE

CARBON DIOXIDE VÀO

CARBON DIOXIDE

2 Sản xuất đường
Các hydro giàu năng lượng truyền đến chất nền. Tại đây, enzyme thêm hydro vào carbon dioxide để tạo ra đường, glucose.

Glucose được chuyển đổi thành một loại đường hai khối gọi là sucrose, trước khi được đưa đi qua thân cây

Chuỗi đường, chẳng hạn như cellulose, được xây dựng để tạo thành các cấu trúc của cây

3 Tạo sinh khối
Một số glucose được "đốt cháy" để giải phóng năng lượng (xem trang 172-173), số khác được sử dụng trong các quá trình trao đổi chất để tạo ra nhiều chất như dầu, protein và lignin gỗ. Phần còn lại được xây dựng thành các chuỗi đường dài, chẳng hạn như tinh bột – kho năng lượng của thực vật – và cellulose dạng sợi, một vật liệu xây dựng.



ENZYME TRONG LÁ GIÚP CHUYỂN ĐỔI CARBON DIOXIDE THÀNH THỨC ĂN LÀ LOẠI PROTEIN DỒI DÀO NHẤT THẾ GIỚI

Hình thành tất cả các loại thực phẩm

Cũng như carbon, hydro và oxy, các nguyên tố khác cũng cần thiết để giữ cho các tế bào sống và hoạt động. Thực vật thu được những nguyên tố này bằng cách hấp thụ các khoáng chất (các ion hòa tan) trong đất qua rễ của nó. Nitơ, ví dụ (dưới dạng nitrat), được sử dụng để sản xuất acid amin – khối xây dựng nên protein. Phosphor giúp tạo ra ADN, vật liệu di truyền của tế bào.

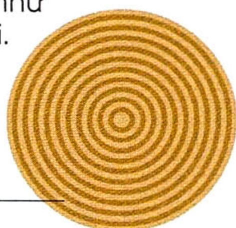
Nitơ
Ion nitrat
Phosphor
Ion phosphat
Kali
Ion kali
Ion calci
Calci
Ion magnesi
Magnesi
Ion sulphat
Lưu huỳnh

Thực vật phát triển như thế nào?

Vòng đời của thực vật được điều chỉnh một cách khéo léo bởi các chất kiểm soát mọi khía cạnh trong sự phát triển của chúng, từ sự nảy mầm của hạt giống đến sự nở của hoa. Những chất điều hòa tăng trưởng này được sản sinh với số lượng rất nhỏ, nhưng chúng ảnh hưởng sâu sắc đến hình dạng cuối cùng của một cây trưởng thành.

VÂN GỖ

Tốc độ tăng trưởng của cây có thể thay đổi tùy theo nhiệt độ và lượng mưa. Tăng trưởng nhanh hơn vào mùa hè, nhưng gần như ngừng lại vào mùa đông. Những thay đổi đột ngột này tạo nên các vòng (vân) quen thuộc chạy trong một thân cây. Ngay cả ở vùng nhiệt đới, có ít hoặc không có mùa đông làm chậm sự tăng trưởng, cây vẫn thường phát triển nhanh hơn trong mùa mưa, nếu có mùa này, vì vậy chúng tạo ra những vân giống như cây ở những vùng ôn đới. Nếu cây nhiệt đới phát triển ổn định và liên tục, sẽ không có vân nào xuất hiện.



MẶT CẮT NGANG CỦA THÂN CÂY

Kích thích tăng trưởng

Trong mỗi giai đoạn cuộc đời của thực vật, các chất điều hòa tăng trưởng khác nhau đảm bảo rằng cây sẽ phát triển nhịp nhàng ổn định. Chúng được sản sinh bởi các tế bào trong chồi, rễ hoặc lá, và từ đó thấm qua các mô, rồi được đưa đến các bộ phận khác của cây trong dòng nhựa chảy. Kết quả có thể phụ thuộc vào sự cân bằng giữa hai hoặc nhiều chất điều hòa. Một số chất có thể chống lại nhau, trong khi những chất khác lại tăng cường lẫn nhau. Thậm chí, cùng một chất có thể có tác dụng trái ngược ở các bộ phận khác nhau của cây.

CHÚ THÍCH

 Nước

 Gibberellin

 Auxin

 Cytokinin

 Florigen

1 Hạt nảy mầm

Nước được hấp thụ bởi một hạt giống kích thích phôi của nó tạo ra chất điều hòa sinh trưởng gọi là gibberellin. Chất này kích hoạt một loại enzyme phá vỡ tinh bột – nguồn dự trữ năng lượng của hạt giống – thành đường, cung cấp năng lượng cho sự tăng trưởng.

2 Auxin giúp chồi phát triển

Đỉnh chồi của cây sản sinh một chất điều hòa được gọi là auxin. Chất này làm suy yếu các thành tế bào để tế bào có thể phát triển rộng hơn, giúp cho chồi mọc lên. Một số auxin còn đi xuống tận rễ.

3 Phát triển chồi ngọn

Auxin được tạo ra liên tục trong đỉnh chồi, nơi ảnh hưởng kéo dài của nó ngăn không cho cây phát triển các nhánh bên. Điều này giúp một cây non cao vượt qua tán của các cây lân cận. Trong khi đó, cytokinin điều tiết làm cho rễ dài ra.

Phản ứng nhanh

Auxin chịu trách nhiệm làm cho các chồi cây uốn cong về phía Mặt Trời. Khi ánh sáng chiếu đến từ một hướng, auxin sẽ dịch chuyển sang hướng nhiều bóng râm hơn, làm cho các tế bào phát triển lớn hơn ở đó. Điều này dẫn đến việc chồi cong ra khỏi bóng râm về phía ánh sáng, giúp lá quay về phía Mặt Trời. Phản ứng này có thể đủ nhanh để theo kịp Mặt Trời trên vòm trời.

6 Nở hoa

Khi trưởng thành, thực vật sản sinh một chất điều hòa gọi là florigen trong lá của nó, thường là để phản ứng với các tín hiệu môi trường, chẳng hạn như sự thay đổi độ dài của ngày. Florigen được vận chuyển trong nhựa cây và kích thích chồi phát triển thành hoa, chứ không phải lá.

4 Phân nhánh

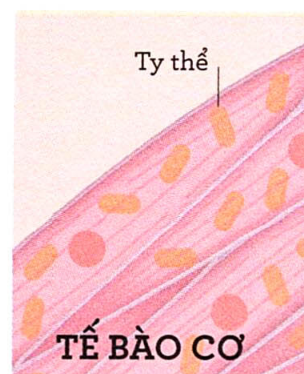
Một số cytokinin di chuyển lên trên theo dòng nhựa cây, đến các chồi mọc hướng lên. Ở đây, nó bắt đầu đảo ngược ảnh hưởng của auxin, kích thích cây phân nhánh ra bên ngoài. Sự phân nhánh làm cho cây rậm rạp hơn, giúp nó có thể tạo ra nhiều lá hơn để thu năng lượng ánh sáng.

5 Làm dày thân

Tác dụng kết hợp của các chất điều hòa sinh trưởng làm cho thân cây dày lên, có thể nâng đỡ trọng lượng của nhiều tán lá hơn. Trong cây thân gỗ, một hình trụ mỏng gồm các tế bào phân chia (mô phân sinh bên) chạy vòng quanh thân cây. Điều này tạo ra các lớp gỗ trong lõi thân cây.

MỘT SỐ LOẠI TRE KHỔNG LỒ CÓ THỂ MỌC CAO LÊN VỚI TỐC ĐỘ ĐÁNG KINH NGẠC 90 CM MỖI NGÀY

Hô hấp



Muốn tiếp tục tồn tại, sự sống cần năng lượng. Năng lượng được sử dụng sâu bên trong các tế bào, nơi mà các cỗ máy rất nhỏ của sự sống chăm chỉ chế biến thức ăn, phát triển vật liệu mới, và phản ứng trước những thay đổi. Phản ứng hóa học – gọi chung là hô hấp – tạo ra năng lượng này trong một loạt các bước liên quan đến sự phân tách thực phẩm.

Cung cấp nhiên liệu cho các tế bào

Thực tế tất cả các dạng sống – từ vi khuẩn đến cây sồi – đều lấy nguồn năng lượng của chúng bằng cách phân tách glucose. Cách hiệu quả nhất để làm điều này là tách ra hoàn toàn, nghĩa là mỗi nguyên tử glucose gồm sáu carbon sẽ được tách thành sáu phân tử carbon dioxide. Nhưng quá trình này cần oxy – giống như việc đốt cháy bất kỳ nhiên liệu nào. Động vật chuyển glucose và oxy cho các tế bào trong hệ thống tuần hoàn máu của chúng. Khi glucose và oxy đã vào trong tế bào, một chuỗi các phản ứng bắt đầu trong tế bào chất và kết thúc ở ty thể – nhà máy năng lượng của tế bào. Toàn bộ quá trình nhằm giải phóng lượng năng lượng tối đa có thể.

MẠCH MÁU

1 Vận chuyển nhiên liệu

Động vật lớn cần các mạch máu để cung cấp nguyên liệu đến tế bào: oxy có thể đến từ phổi hoặc mang, còn glucose từ ruột. Thực vật và vi khuẩn hấp thụ các yếu tố cần thiết trực tiếp từ môi trường xung quanh, nhưng thực vật tạo ra glucose bên trong tế bào của chúng bằng cách quang hợp.

Glucose được mạch máu mang theo

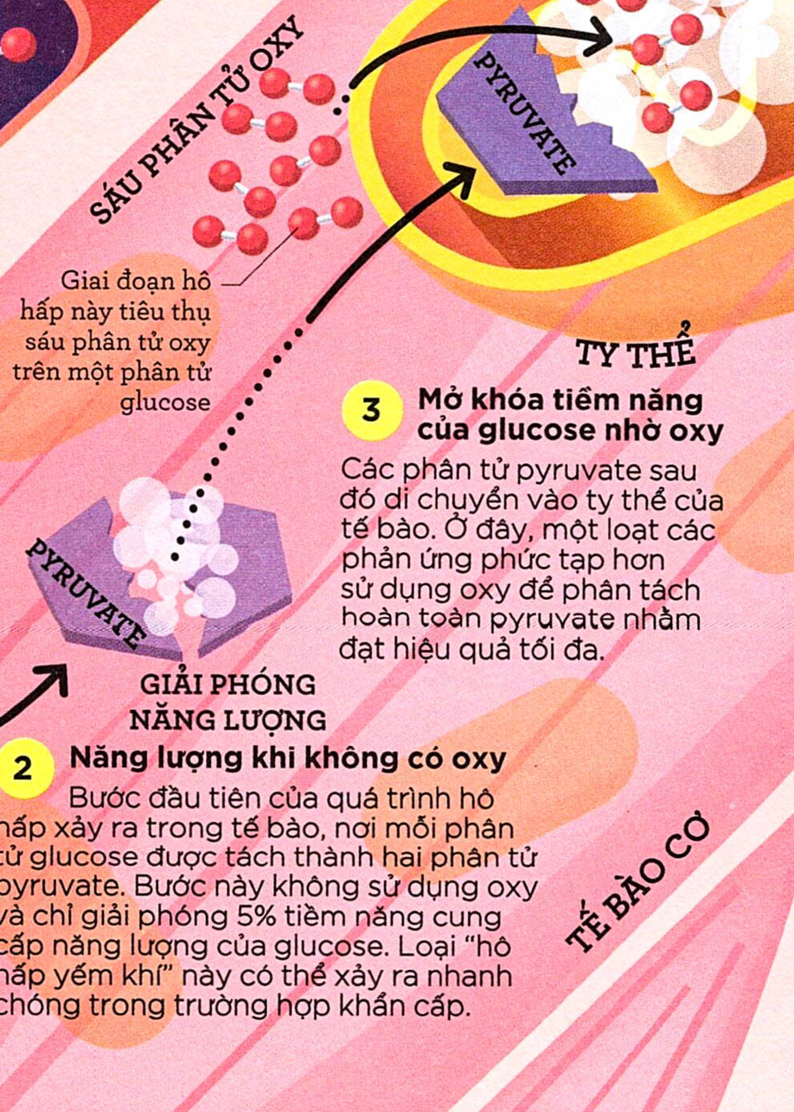
GLUCOSE

Glucose có thể được sản xuất bằng cách tách glycogen

OXY

GLYCOGEN

Glycogen có thể xem là kho dự trữ ngắn hạn mà tế bào có thể sử dụng làm nguồn cung glucose



3 Mở khóa tiềm năng của glucose nhờ oxy

Các phân tử pyruvate sau đó di chuyển vào ty thể của tế bào. Ở đây, một loạt các phản ứng phức tạp hơn sử dụng oxy để phân tách hoàn toàn pyruvate nhằm đạt hiệu quả tối đa.

2 Năng lượng khi không có oxy

Bước đầu tiên của quá trình hô hấp xảy ra trong tế bào, nơi mỗi phân tử glucose được tách thành hai phân tử pyruvate. Bước này không sử dụng oxy và chỉ giải phóng 5% tiềm năng cung cấp năng lượng của glucose. Loại "hô hấp yếm khí" này có thể xảy ra nhanh chóng trong trường hợp khẩn cấp.



4 Xử lý chất thải
Các phản ứng ty thể giải phóng carbon dioxide và nước. Một phần nước này có thể được sử dụng, nhưng carbon dioxide độc hại sẽ được mang đi trong máu.

SÁU PHÂN TỬ CARBON DIOXIDE

Nước có thể được sử dụng trong cơ thể, hoặc thải ra qua mồ hôi hoặc nước tiểu

SÁU PHÂN TỬ NƯỚC

GIẢI PHÓNG NĂNG LƯỢNG

PYRUVATE

Năng lượng được giải phóng bằng cách tách pyruvate chiếm 95% năng lượng từ glucose ban đầu

Năng lượng đi về đâu?

Tất cả các sinh vật sử dụng năng lượng để duy trì các chức năng tế bào: việc trao đổi chất cơ bản của chúng. Nhưng các chức năng khác cũng cần năng lượng, như di chuyển, tăng trưởng và sinh sản. Động vật sử dụng năng lượng tương đối nhiều so với thực vật khi di chuyển, vì sự co cơ đòi hỏi năng lượng. Động vật máu nóng có nhu cầu năng lượng cao nhất. Việc duy trì nhiệt độ cơ thể cao chiếm tỷ lệ khá lớn trong nhu cầu năng lượng cao này.

CHÚ THÍCH
- Trao đổi chất
- Sinh sản
- Tạo nhiệt cơ thể
- Tăng trưởng
- Di chuyển



Thực vật
Mặc dù thực vật sử dụng năng lượng ánh sáng để tạo ra dinh dưỡng trong quá trình quang hợp, chúng vẫn phải hô hấp để giải phóng năng lượng nhằm cung cấp cho các quá trình sống còn thiết yếu.



Rắn máu lạnh
Giống như ở các động vật khác, phần lớn năng lượng mà rắn sử dụng là cho di chuyển. Tuy nhiên, năng lượng hô hấp không được sử dụng để sưởi ấm cơ thể của rắn – chúng dựa vào Mặt Trời để làm điều này.



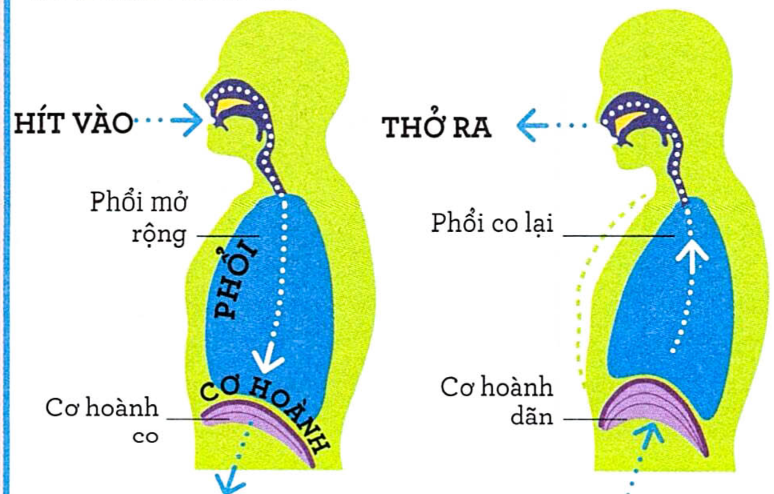
Chuột máu nóng đã trưởng thành
Các động vật máu nóng nhỏ thường mất nhiều nhiệt hơn, theo tỷ lệ cơ thể, vì vậy chúng sử dụng phần lớn nhất trong năng lượng của mình cho hệ thống sưởi ấm trung tâm của cơ thể.

CÂY CÓ HÍT VÀO CO_2 KHÔNG?

Không – trong ánh sáng mặt trời, thực vật hấp thụ carbon dioxide để tạo ra đường, nhưng hoạt động đó không phải là thở. Thực vật cũng hô hấp giống như động vật, lấy oxy và giải phóng CO_2. Quá trình này mới tương tự như thở.

TRAO ĐỔI KHÍ

Trái với cách hiểu phổ biến, hô hấp không có cùng nghĩa với thở. Hô hấp giải phóng năng lượng xảy ra trong tất cả các tế bào của sinh vật, nhưng thở là sự chuyển động của phổi ở động vật có phổi. Về mặt kỹ thuật, quá trình thở được gọi là thông khí, hơi thở giúp đưa nguồn cung cấp oxy tươi vào máu và loại bỏ carbon dioxide.





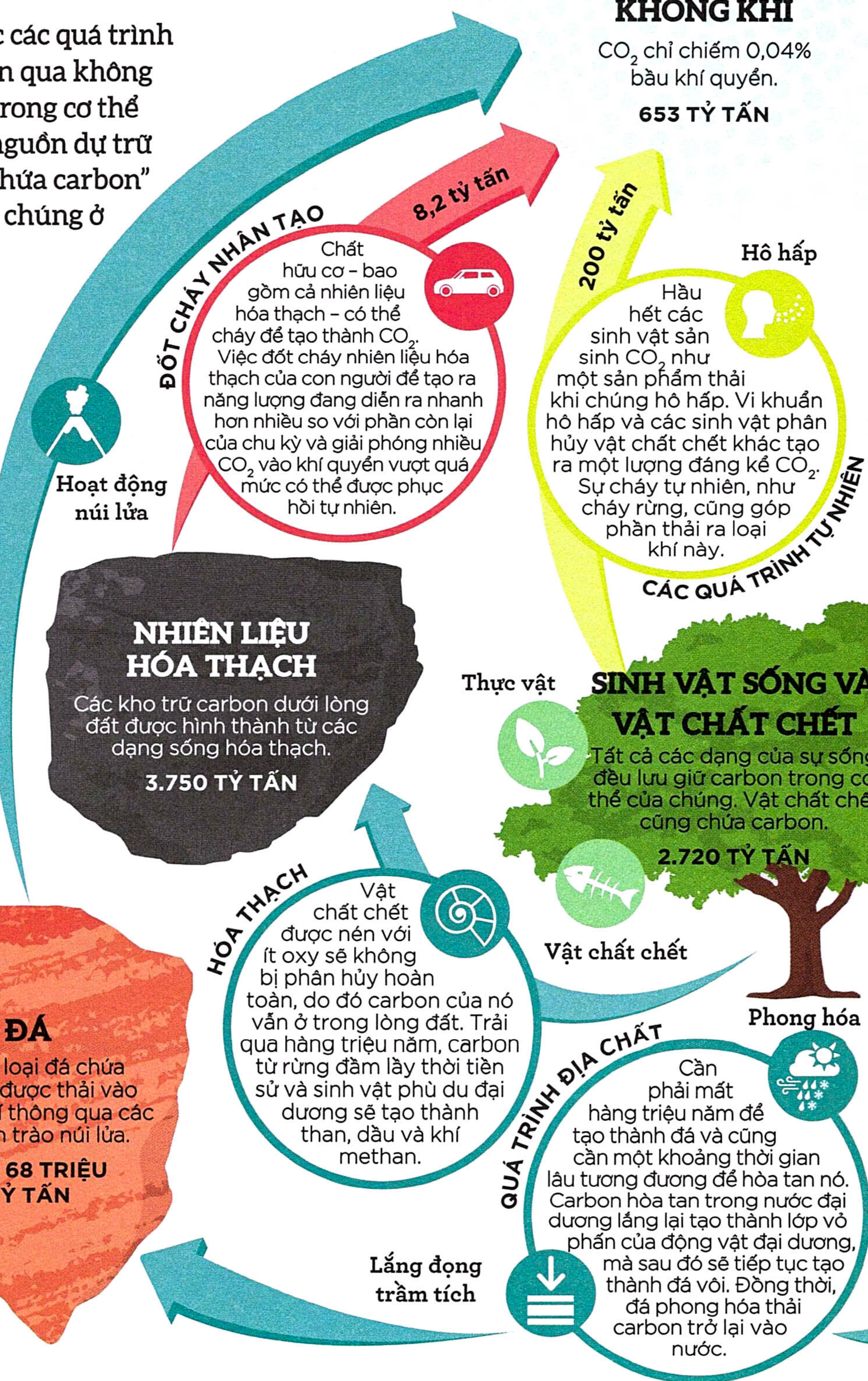
CÂY ĐƯỚC MỌC TRONG BÙN KHÔNG CÓ KHÔNG KHÍ VÌ VẬY RỄ CỦA CHÚNG MỌC NGƯỢC LÊN ĐỂ LẤY OXY

Chu trình carbon

Các nguyên tử carbon được các quá trình sinh học và vật lý di chuyển qua không khí, đại dương, đất liền và trong cơ thể của các sinh vật sống. Các nguồn dự trữ carbon được gọi là các "bể chứa carbon" và – carbon di chuyển giữa chúng ở nhiều tốc độ khác nhau.

Cân bằng tự nhiên

Mỗi năm, quá trình quang hợp tập trung đưa carbon vào thực vật và tảo bằng cách chuyển đổi carbon dioxide (CO_2) từ không khí thành dinh dưỡng. Hô hấp và cháy tự nhiên đẩy carbon trở lại không khí với số lượng gần bằng như vậy. Một quá trình chuyển đổi chậm hơn nhiều, trải qua hàng triệu năm, đưa carbon vào các tảng đá. Nhưng khi con người đốt nhiên liệu hóa thạch, việc giải phóng CO_2 từ mặt đất được tăng tốc nhanh chóng, làm tăng thêm 8,2 tỷ tấn carbon được thải ra mỗi năm.



CHÚ THÍCH
Một số phần của chu trình carbon xảy ra trong cuộc đời của chúng ta, trong khi các phần khác có thể phải mất đến hàng triệu năm.
- Chậm (hàng triệu năm)
- Nhanh, tự nhiên (trong cuộc đời của chúng ta)
- Nhanh, nhân tạo (trong cuộc đời của chúng ta)



Thực vật trên cạn sử dụng năng lượng từ ánh sáng mặt trời để khóa CO_2 thành các phân tử lớn hơn, phức tạp hơn – chẳng hạn như đường. Tảo đơn bào cũng thực hiện một "kỳ công" tương tự trong vùng nước bề mặt đại dương. Carbon hữu cơ sau đó đi qua chuỗi thức ăn.

QUANG HỢP

204 tỷ tấn

Động vật

Tảo đơn bào

TRAO ĐỔI CARBON GIỮA KHÍ QUYỂN VÀ THỦY QUYỂN

CO_2 dễ dàng hòa tan trong các đại dương. Nó phản ứng với các phân tử nước tạo thành hỗn hợp hóa học có chứa acid carbonic và carbonat dạng phấn. Quá trình này có thể đảo ngược vì vậy sẽ có sự trao đổi chậm, cân bằng giữa không khí và nước ở bề mặt.

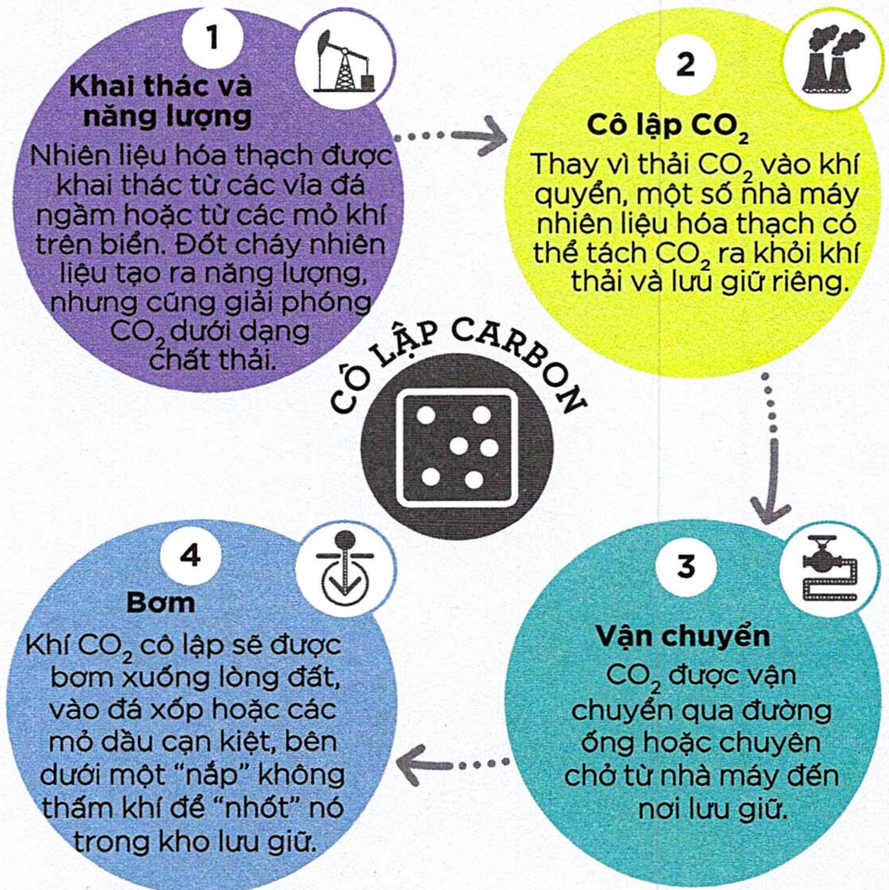
ĐẠI DƯƠNG

Carbon được lưu trữ trong nước biển dưới dạng CO_2, acid carbonic, hydrocarbonat và carbonat.

33.900 TỶ TẤN

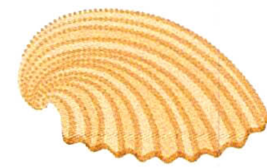
Cô lập carbon

Sự cháy và hô hấp do hoạt động của con người giải phóng 208,2 tỷ tấn CO_2 vào khí quyển mỗi năm. Quang hợp hấp thụ 204 tỷ tấn – do đó, còn thừa lại 4,2 tỷ tấn. Sự gia tăng của CO_2 – một trong số các khí nhà kính (xem trang 245) – gây ra hiện tượng nóng lên toàn cầu (xem trang 246-47). Công nghệ hiện đại cung cấp một số cách để các ngành công nghiệp cô lập, hay giữ lại carbon, thay vì thải nó vào khí quyển.

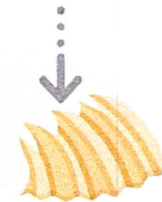


ĐẠI DƯƠNG BỊ ACID HÓA

Nồng độ CO_2 trong khí quyển càng tăng, càng nhiều CO_2 hòa tan vào đại dương để phản ứng với nước, tạo ra càng nhiều acid carbonic. Tính từ năm 1750, nồng độ acid của đại dương đã gia tăng 30%, gây ra những hậu quả nghiêm trọng đối với sinh vật biển, làm ăn mòn vỏ động vật và giết chết các rạn san hô đá.



VỎ KHỎE



VỎ BỊ ĂN MÒN

Sự lão hóa

Giống như bất cứ thứ gì có nhiều bộ phận cùng hoạt động, một sinh vật sống cũng sẽ dần bộc lộ dấu hiệu của tuổi tác. Các sinh vật sống có thể tự kiểm tra và sửa chữa bản thân, nhưng theo thời gian, cơ thể chúng sẽ bắt đầu gặp trục trặc.

Lão hóa là gì?

Sự suy giảm chức năng sinh học theo độ tuổi có thể bắt nguồn từ tính chất suy yếu của tế bào, nhiễm sắc thể, và gien. Các tế bào của sinh vật đa bào liên tục phân chia để tạo thành các tế bào mới và thường bắt đầu thoái hóa sau 50 lần phân chia, do đó việc sản sinh các tế bào mới dần suy giảm và sau cùng thì dừng lại hoàn toàn. Điều này có liên quan đến việc cấu trúc di truyền ngày càng không ổn định, cuối cùng khiến cho các tế bào – và do đó là toàn bộ cơ thể – gặp trục trặc. Các ảnh hưởng của lão hóa bao gồm nhiều hiện tượng thoái hóa, từ việc chậm sửa chữa tế bào sau chấn thương, đến sa sút trí tuệ.

Nhiễm sắc thể trẻ

Khi các tế bào phân chia, ADN nhân bản chính nó, sao chép mã thông tin di truyền. Các phần không mã hóa, được gọi là telomere, cung cấp một "đầu mút" – cơ chế bảo vệ nằm ở hai đầu của nhiễm sắc thể. Nhiễm sắc thể ở sinh vật trẻ có telomere dài.

MỘT TRONG NHỮNG SINH VẬT CỔ XƯA NHẤT TRÊN TRÁI ĐẤT LÀ MỘT CÂY THÔNG BRISTLECONE ĐƯỢC ƯỚC TÍNH ĐÃ SỐNG HƠN 5.000 NĂM

KEM CHỐNG LÃO HÓA HOẠT ĐỘNG RA SAO?

Da nhăn nheo là do mất đi các sợi protein. Các loại kem chống lão hóa có chứa chất chống oxy hóa và các khối xây dựng protein giúp tăng sản sinh các loại sợi này, nhờ vậy nó giúp da săn chắc hơn.



TẾ BÀO CỦA MỘT SINH VẬT GIÀ

Thoái hóa nhiễm sắc thể

Đột biến (lỗi sao chép) tích lũy theo thời gian và telomere cũng ngắn dần sau mỗi lần sao chép ADN. Khi điểm thoái hóa đến sát phần mã hóa gần đầu mút, các gien nằm dưới có thể bị trục trặc.

NHÂN

NHIỄM SẮC THỂ

Đột biến tích lũy trong nhiễm sắc thể, ảnh hưởng đến biểu hiện gien thành kiểu hình

Khi không còn telomere, tế bào cũng không còn khả năng phân chia

Hư hại tế bào

Các gien mã hóa protein thực hiện hàng loạt nhiệm vụ, từ điều khiển các phản ứng hóa học đến giải mã tín hiệu, do đó, các gien bị lỗi chắc chắn sẽ dẫn đến các chức năng bị lỗi. Theo thời gian, các tế bào hoạt động kém hiệu quả hơn.

Chuỗi protein gấp nếp theo cách khác, khiến chúng gặp trục trặc

PROTEIN GẤP SAI

TY THỂ

Giải phóng năng lượng ít hơn

HORMONE

Các tín hiệu hóa học, chẳng hạn như hormone, kích hoạt các phản ứng kém hiệu quả hơn

CHẤT DINH DƯỠNG

Các chất dinh dưỡng, như glucose, được cảm nhận và hấp thụ kém hiệu quả hơn



Liệu có thứ gì có thể sống mãi mãi?

Ở cấp độ tế bào, ADN tự sao chép có thể xem là bất tử – vì thông tin di truyền của nó được truyền mãi mãi qua các thế hệ trong tinh trùng và trứng. Nhưng việc liệu có cá thể sinh vật nào có thể thực sự tồn tại mà không lão hóa vẫn còn là điều gây tranh cãi. Một số thích ty bào – động vật đơn giản bao gồm hải quỳ và sứa – không có dấu hiệu lão hóa rõ rệt theo tuổi tác. Loài *Turritopsis*, được biết đến rộng rãi hơn với cái tên sứa bất tử, thậm chí còn có thể trở lại trạng thái trẻ hóa.

LÀM CHẬM LÃO HÓA

Có một số loại thuốc thử nghiệm đã được chứng minh là có tác dụng chống lại hoặc sửa chữa tổn thương ADN. Ngoài ra, trong tương lai, liệu pháp gien (xem trang 182-183) có thể được sử dụng để khởi động lại các tế bào già nua. Tuy nhiên, những nỗ lực để làm chậm lão hóa hoặc thậm chí đảo ngược nó vẫn chưa được chứng minh và còn gây nhiều tranh cãi. Thay đổi lối sống, chẳng hạn như tập thể dục thường xuyên và có chế độ ăn uống lành mạnh, vẫn là cách tốt nhất để giảm nguy cơ các rối loạn thoái hóa xảy ra ở tuổi già – và do đó kéo dài tuổi thọ.

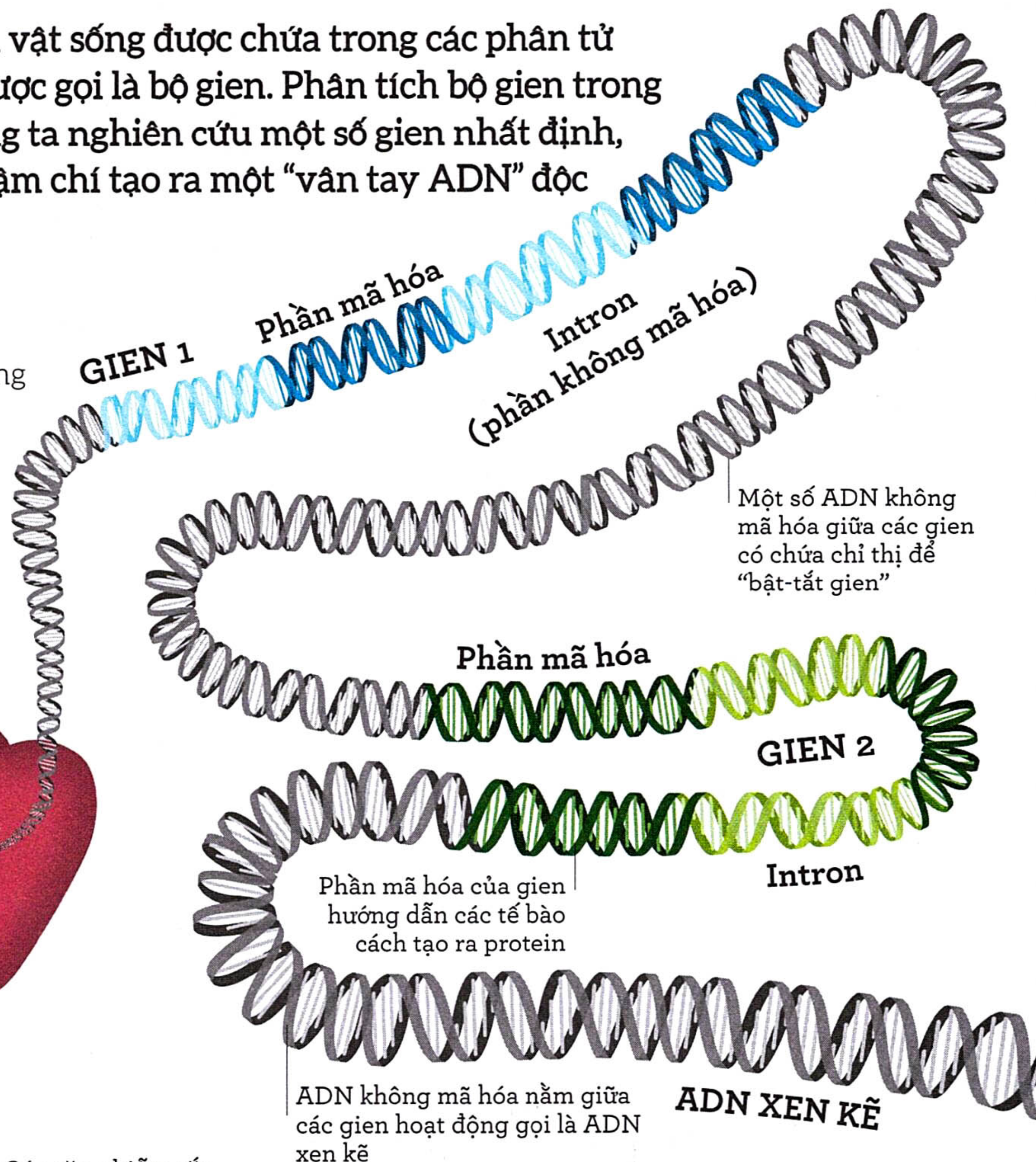
 Thuốc
 Liệu pháp gien
 Chế độ ăn uống
 Tập thể dục

Bộ gien

Thông tin di truyền của một sinh vật sống được chứa trong các phân tử ADN, một bộ ADN hoàn chỉnh được gọi là bộ gien. Phân tích bộ gien trong phòng thí nghiệm cho phép chúng ta nghiên cứu một số gien nhất định, hiểu cách chúng hoạt động và thậm chí tạo ra một "vân tay ADN" độc nhất cho một cá nhân.

ADN được tổ chức ra sao?

ADN chứa các phần được gọi là gien, cung cấp thông tin để tạo protein (xem trang 158-159). Các phân tử ADN bên trong vi khuẩn trôi tự do trong bào tương, nhưng các sinh vật có tế bào phức tạp hơn – như thực vật và động vật – có nhiều chuỗi ADN cực dài, cuộn lại bên trong nhân tế bào. Trong quá trình phân chia tế bào, chúng cuộn chặt hơn, tạo thành nhiễm sắc thể, để ngăn chúng khỏi bị rối vào nhau.



Một nhiễm sắc thể gồm các sợi ADN xoắn chặt vào nhau

NHIỄM SẮC THỂ

Các cặp nhiễm sắc thể chứa các loại gien giống nhau

TẾ BÀO

NHÂN

Bộ gien người

Bộ gien người hoàn chỉnh được tạo thành từ 23 cặp nhiễm sắc thể.

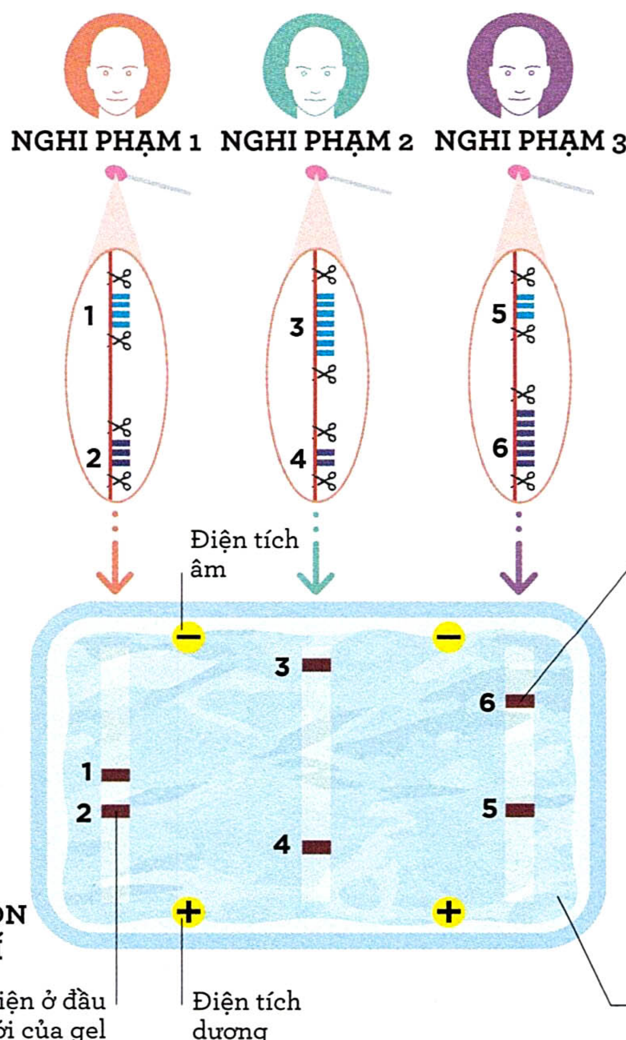
ADN rác

Các gien thường được phân tách bằng các đoạn ADN dài không chứa mã tạo protein. Một số trong nhóm ADN không mã hóa này kiểm soát việc các gien được "bật" hay "tắt", giúp tế bào tập trung thực hiện các nhiệm vụ khác nhau. Ngoài ra, ADN ở động vật và thực vật còn chứa các chuỗi không mã hóa trong gien. Được gọi là intron, các phần này sẽ được xóa khỏi mã trước khi protein được tạo ra. Intron có thể giúp nối các phần mã hóa khác nhau của một gien, để một gien có thể tạo ra các sản phẩm protein khác nhau. Tuy nhiên, một số ADN, cho dù nằm giữa các gien hoặc nằm trong gien, lại không có mục đích rõ ràng. Có tên gọi phổ biến là ADN rác, nhóm này có thể đã mất chức năng trong quá trình tiến hóa.



Nhận dạng ADN

Trình tự các nucleobase hóa học trong một ADN riêng lẻ (xem trang 158-159) mang tính duy nhất – ngoại trừ các cặp song sinh cùng trứng. Điều này có nghĩa là ADN là một công cụ đáng gờm để so sánh mẫu máu, nước bọt, tinh dịch hoặc vật liệu sinh học khác. Kỹ thuật nhận dạng ADN – hoặc vân tay ADN – so sánh các phần lặp lại của ADN được gọi là các trình tự lặp lại ngắn (STR) vốn có độ dài khác nhau giữa các cá nhân.



1 Thu thập mẫu

Các mẫu ADN được thu thập từ vũ khí giết người và từ nghi phạm trong vụ án – thường bằng cách dùng tăm bông lấy dịch trong miệng. ADN được sao chép nhiều lần để có số lượng tối đa cho phân tích.

2 Phân mảnh ADN

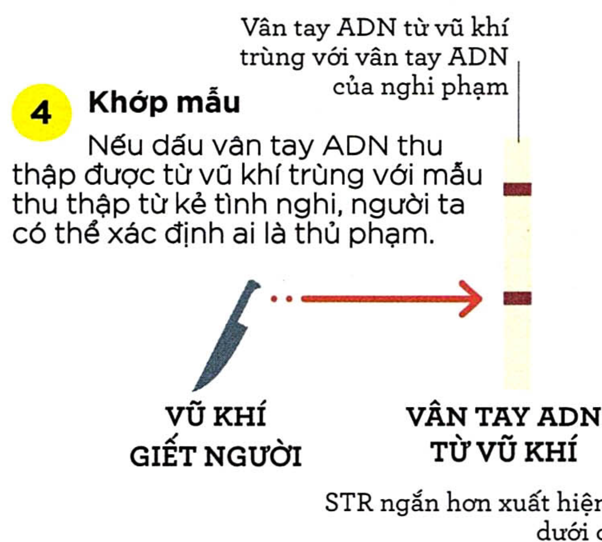
ADN được cắt chính xác thành các STR. Điều này cho ra một hỗn hợp các mảnh có kích cỡ khác nhau, tùy thuộc vào độ dài của các STR.

3 Tách các mảnh

Một điện tích được áp dụng trên một khối gel để phân tách ADN tích điện âm. Các mảnh nhỏ di chuyển nhanh hơn về điện cực dương, do đó di chuyển quãng đường tối đa. Mỗi cụm mảnh sau đó được nhuộm màu để tạo ra một mô hình các dải duy nhất cho mỗi cá nhân.

4 Khớp mẫu

Nếu dấu vân tay ADN thu thập được từ vũ khí trùng với mẫu thu thập từ kẻ tình nghi, người ta có thể xác định ai là thủ phạm.



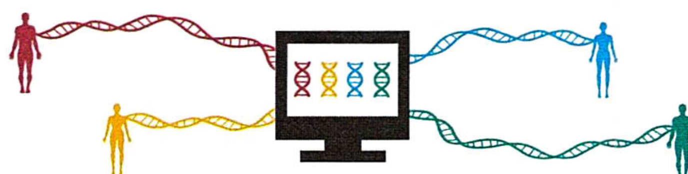


NẾU ADN TRONG MỘT TẾ BÀO NGƯỜI ĐƯỢC MỞ XOẮN, NÓ SẼ KÉO DÀI ĐẾN HƠN 2 M



DỰ ÁN BẢN ĐỒ GIEN NGƯỜI

Năm 2003, Dự án Bản đồ Gien Người đã hoàn thành – đây là một nỗ lực hợp tác quốc tế của các nhà nghiên cứu bắt đầu vào năm 1990, nhằm tìm cách ghi lại chuỗi 3 tỷ khối xây dựng ADN của con người, các nucleobase. Mặc dù trình tự gien cụ thể là khác nhau giữa các cá nhân, dự án đã xuất bản một chuỗi trung bình nhờ một số nhà hiến tặng ẩn danh. Nó mở đường cho sự hiểu biết lớn hơn về gien của con người nói chung.

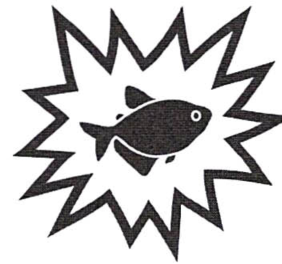


Kỹ thuật di truyền

Thông tin di truyền được liên kết chặt chẽ với "danh tính" của một sinh vật sống, đến nỗi việc chúng ta có thể điều khiển nó quả là thành tựu đáng kinh ngạc. Nhưng khoa học ngày nay đã có thể biến đổi thông tin di truyền để thay đổi đặc điểm, vì lợi ích của y học và nhiều lĩnh vực khác.

Viết lại dữ liệu di truyền

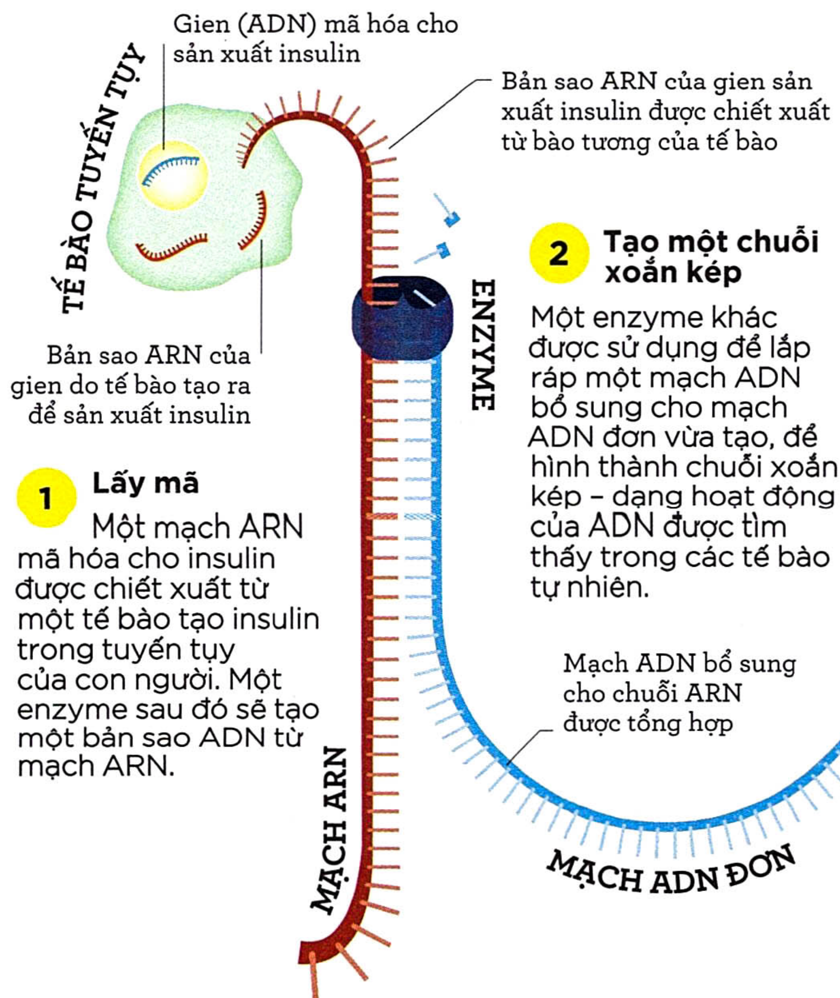
Kỹ thuật di truyền liên quan đến việc thay đổi cấu trúc di truyền của một sinh vật sống bằng cách thêm vào, loại bỏ hoặc thay đổi gien. Vì gien là các phần mã hóa protein của ADN (xem trang 158), việc thay đổi chúng theo những cách chính xác làm thay đổi khả năng tạo protein của chúng, dẫn đến thay đổi các đặc điểm trong một sinh vật. Các gien mục tiêu có thể được cắt từ nhiễm sắc thể (xem trang 178) hoặc sao chép từ vật liệu di truyền gọi là ARN (xem trang 158-159). Mỗi bước được điều khiển bởi một chất xúc tác hóa học cụ thể gọi là enzyme.



CÁ BIẾN ĐỔI GIEN CÓ KHẢ NĂNG PHÁT SÁNG TRONG BÓNG TỐI HIỆN ĐƯỢC BÁN LÀM THÚ CƯNG TẠI MỸ

Chế tạo insulin

Mã di truyền để sản xuất insulin có thể được chiết xuất từ tế bào người và đưa vào vi khuẩn, sau đó chúng có thể được sử dụng làm nhà máy sống để cung cấp insulin giúp điều trị cho bệnh nhân tiểu đường. Mã được lấy từ các bản sao ARN của tế bào, vốn dễ chiết xuất hơn ADN, và cũng đã được chỉnh sửa để loại bỏ các phần không mã hóa của chúng (xem trang 179).

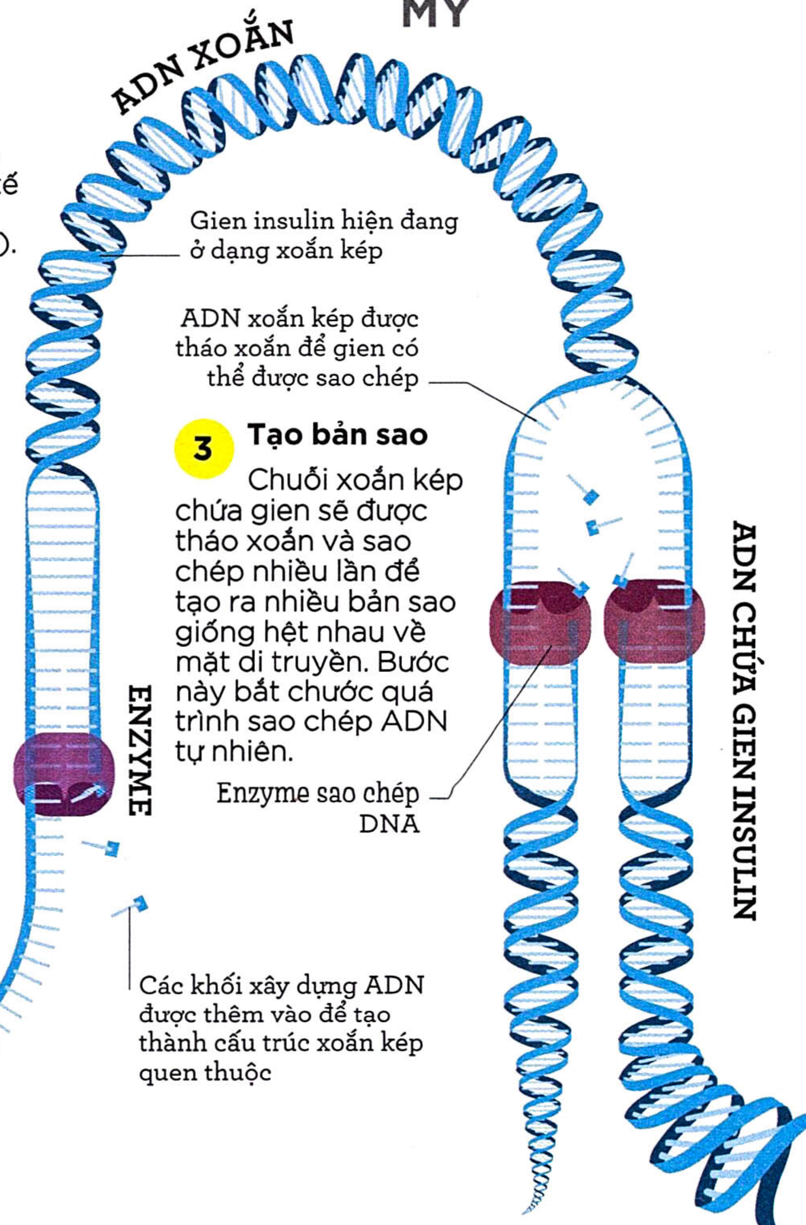


1 Lấy mã

Một mạch ARN mã hóa cho insulin được chiết xuất từ một tế bào tạo insulin trong tuyến tụy của con người. Một enzyme sau đó sẽ tạo một bản sao ADN từ mạch ARN.

2 Tạo một chuỗi xoắn kép

Một enzyme khác được sử dụng để lắp ráp một mạch ADN bổ sung cho mạch ADN đơn vừa tạo, để hình thành chuỗi xoắn kép – dạng hoạt động của ADN được tìm thấy trong các tế bào tự nhiên.



3 Tạo bản sao

Chuỗi xoắn kép chứa gien sẽ được tháo xoắn và sao chép nhiều lần để tạo ra nhiều bản sao giống hệt nhau về mặt di truyền. Bước này bắt chước quá trình sao chép ADN tự nhiên.



Tại sao chúng ta muốn thay đổi gien?

Kỹ thuật di truyền có thể cực kỳ hữu ích. Ngoài việc sử dụng vi khuẩn để sản xuất hàng loạt các protein quan trọng về mặt y tế, thực vật và động vật có thể có được các đặc điểm mong muốn về mặt nông nghiệp, trong khi liệu pháp gien có khả năng điều trị các rối loạn di truyền.

VÍ DỤ VỀ KỸ THUẬT DI TRUYỀN



Sản phẩm y tế: Không giống như protein có nguồn gốc từ động vật, những protein được tạo ra bởi các vi khuẩn biến đổi gien có thể được sản xuất hàng loạt.



Thực vật và động vật biến đổi gien (GM): Thực vật và động vật có thể được sửa đổi gien để cải thiện giá trị dinh dưỡng của chúng, hoặc tăng sức chống chọi với hạn hán, bệnh tật và sâu bệnh.



Liệu pháp gien (xem trang 182-183): Các tế bào mang một rối loạn di truyền có thể tạm thời được đưa vào hoạt động bình thường bằng cách chèn vào một gien hoạt động.

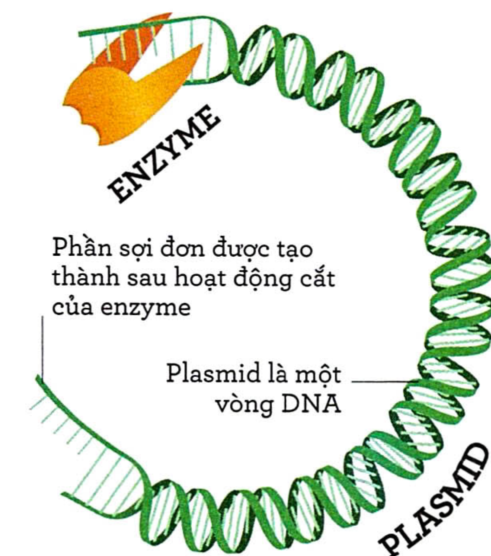
CHÈN GIEN CÓ NÊN ĐƯỢC THỰC HIỆN RỘNG RÃI?

Việc đưa các loài thực vật có gien ngoại lai vào môi trường làm dấy lên lo ngại rằng chúng có thể lan rộng ra khỏi tầm kiểm soát, và trở thành "siêu cỏ dại" trong tự nhiên. Cây trồng biến đổi gien thậm chí có thể vô tình thụ phấn cho cây dại, từ đó phát triển thành cây cỏ nông nghiệp gây hại. "Dòng gien" di chuyển giữa các thực vật biến đổi gien và thực vật không biến đổi gien đã được ghi nhận, nhưng vẫn chưa có sự đồng thuận khoa học về tiềm năng tác động lên môi trường của nó.



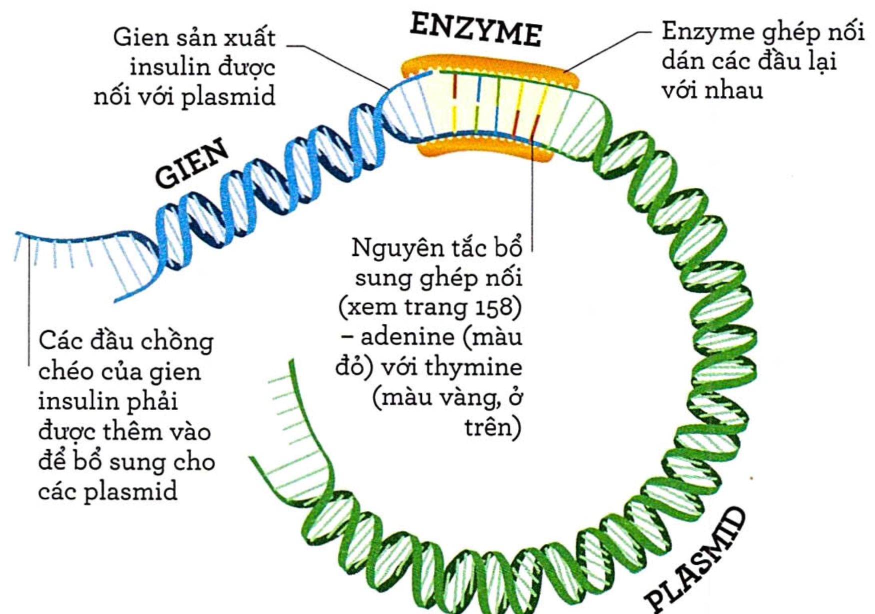
4 Chuẩn bị chèn

Các vòng ADN được gọi là plasmid (xuất hiện tự nhiên bên trong vi khuẩn) được cắt mở ra bằng một loại enzyme đặc biệt. Phần sợi đơn nhô ra ở đầu cắt có một trình tự nucleotide cụ thể.



5 Chèn gien

Các đầu sợi đơn được gắn vào ADN chứa gien. Những phần nhô ra ở ADN này bổ sung cho đầu sợi trên plasmid, vì vậy chúng đã sẵn sàng để ghép nối. Đoạn nối được dán lại bằng một enzyme khác để tạo ra các plasmid chứa gien insulin.





6 Sản xuất insulin

Vi khuẩn bây giờ đã có plasmid biến đổi gien chứa gien tạo insulin. Các plasmid này sao chép được khi vi khuẩn sinh sản. Các vi khuẩn tạo ra insulin, có thể được tách ra và tinh chế từ nuôi cấy.

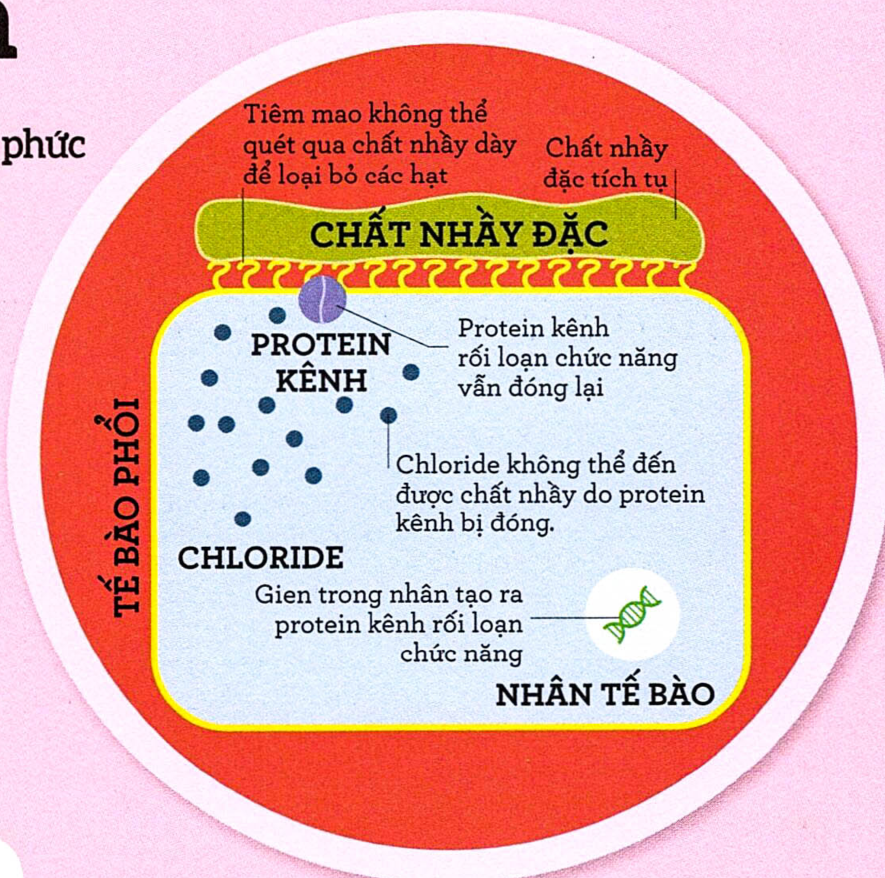
Liệu pháp gien

Một số loại bệnh đòi hỏi cách tiếp cận đặc biệt phức tạp để điều trị cho bệnh nhân – sử dụng ADN làm thuốc. Liệu pháp gien cung cấp cho các tế bào thông tin di truyền để thay đổi hành vi của chúng nhằm chữa trị một căn bệnh.

Liệu pháp gien hoạt động như thế nào?

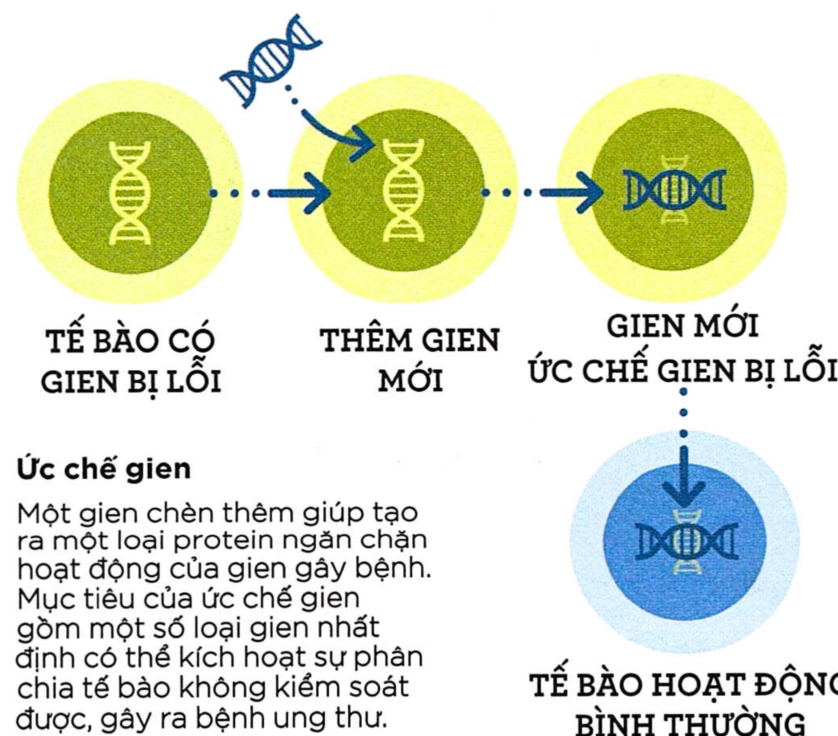
Gien là các phần của ADN chứa chỉ thị để hướng dẫn tế bào tạo ra các loại protein cụ thể. Bằng cách chèn một gien vào một tế bào, liệu pháp gien có thể bù đắp cho việc ADN bị lỗi không tạo ra protein hoạt động, hoặc thúc đẩy một nhiệm vụ mới nhằm chống lại bệnh tật. Kỹ thuật này có thể có tác dụng đối với các bệnh gây ra bởi một gien duy nhất (chẳng hạn như u xơ nang), nhưng vô dụng với các bệnh gây ra bởi tác động kết hợp của nhiều gien. Gien chữa bệnh được đưa vào trong tế bào nhờ một hạt gọi là vector, có thể là một virus bị vô hiệu hóa hoặc một giọt dầu nhờn tên là liposome.





1 U xơ nang

Những người mắc bệnh u xơ nang có tế bào phổi bệnh với các gien rối loạn chức năng giữ vai trò mã hóa đóng các protein kênh. Điều này có nghĩa là chất nhầy lót trong đường thở của họ quá đặc, gây khó thở.



Ức chế gien

Một gien chèn thêm giúp tạo ra một loại protein ngăn chặn hoạt động của gien gây bệnh. Mục tiêu của ức chế gien gồm một số loại gien nhất định có thể kích hoạt sự phân chia tế bào không kiểm soát được, gây ra bệnh ung thư.

CÁC NGHIÊN CỨU LIỆU PHÁP GIEN HIỆN ĐANG NHẮM VÀO MỘT SỐ LOẠI UNG THƯ NHẤT ĐỊNH



LIỆU PHÁP GIEN CÓ LÀ MỘT PHƯƠNG PHÁP CHỮA TRỊ VĨNH VIỄN?

Các tế bào chứa gien điều trị có thể phân chia, nhưng cuối cùng chúng sẽ chết và được thay thế bằng các tế bào bị bệnh, vì vậy các liệu pháp hiện tại chỉ điều trị trong thời gian ngắn và bệnh nhân vẫn cần điều trị nhiều lần.



LIPOSOME MANG GIEN MỚI



GIEN MỚI

Liposome kết nối với màng tế bào, giải phóng gien mới

Gien mới di chuyển đến nhân tế bào

Chloride đi qua protein kênh

Chất nhầy hấp thụ nước, làm cho nó loãng và dễ chảy hơn

CHẤT NHẦY CHẢY LOÃNG

PROTEIN KÊNH MỚI

Protein kênh mới có thể mở, cho phép chloride đi qua

Các acid amin được mã hóa bởi gien mới tạo ra các protein kênh hoạt động

2 Gien được thêm vào

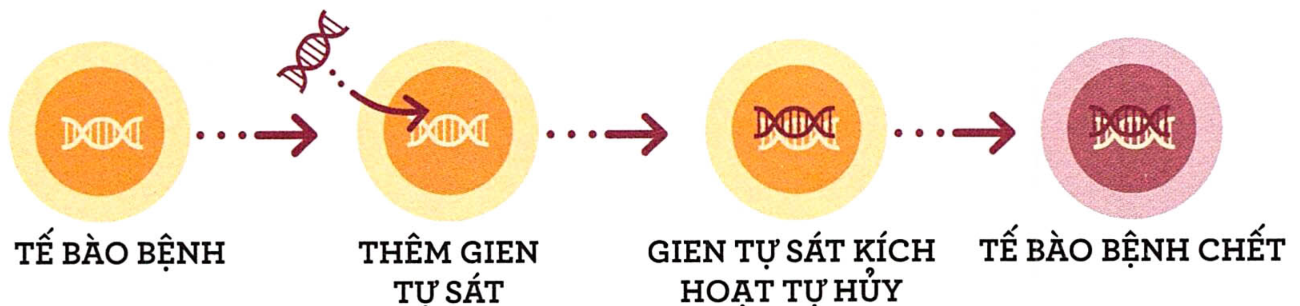
Được đưa vào cơ thể qua ống hít, liposome mang các protein kênh hoạt động – gien protein quét qua đường thở và được hấp thụ vào các tế bào của lớp lót. Tại đây, chúng kết hợp với các ADN khác bên trong hạt nhân tế bào.

3 Gien phục hồi chức năng

Các gien mới hướng dẫn các tế bào tạo ra các protein kênh hoạt động, cho phép chloride tan vào chất nhầy. Chất nhầy nhiễm muối hấp thụ nước từ các tế bào và do đó trở nên loãng hơn – làm cho việc thở dễ dàng hơn.

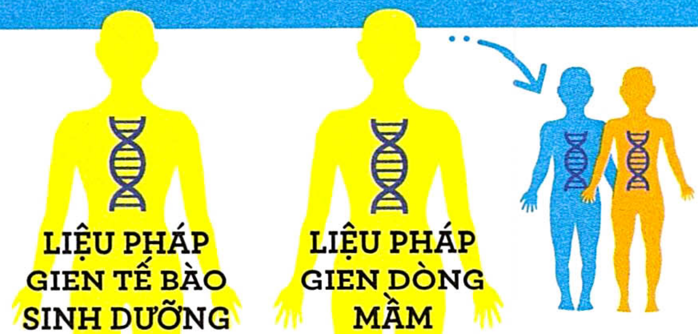
Giết chết các tế bào cụ thể

Các "gien tự sát" đặc biệt nhắm vào các tế bào bị bệnh có thể khiến các tế bào này tự tiêu hủy, hoặc đánh dấu chúng là mục tiêu mà hệ thống miễn dịch cần tấn công.



GIEN MỚI CÓ THỂ ĐƯỢC DI TRUYỀN?

Liệu pháp gien truyền thống – được gọi là liệu pháp gien tế bào sinh dưỡng – chèn gien vào các tế bào cơ thể không liên quan đến việc sản xuất trứng hoặc tinh trùng. Khi các tế bào này nhân lên, các gien được sao chép sẽ ở lại trong các mô bệnh và không được truyền sang con cái. Liệu pháp gien dòng mầm – bị phản đối rộng rãi vì lý do phi đạo đức – sẽ thêm gien vào tinh trùng hoặc trứng để gien có thể được di truyền.

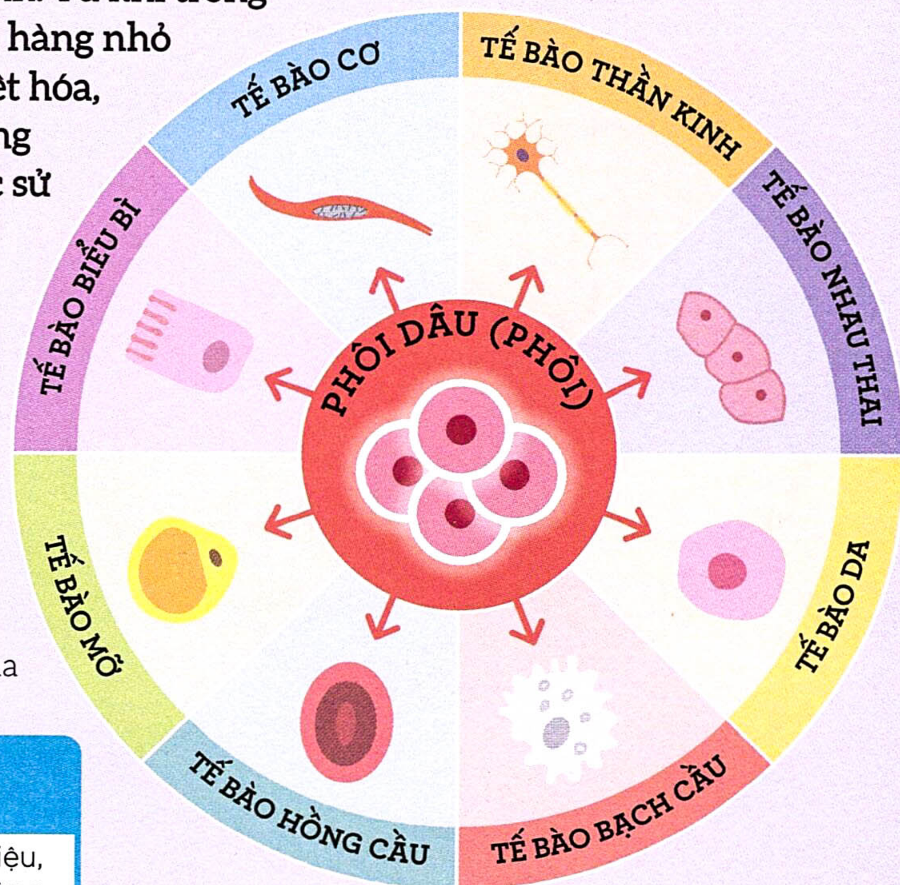


Tế bào gốc

Cơ thể động vật được tạo thành từ các tế bào chuyên biệt cho từng nhiệm vụ như vận chuyển oxy, hoặc tạo xung thần kinh. Từ khi trong phôi đến tuổi trưởng thành, chỉ có một ngân hàng nhỏ gồm các tế bào sáng lập không mang tính biệt hóa, được gọi là tế bào gốc, là duy trì khả năng sáng tạo đa dạng này – một tiềm năng có thể được sử dụng để chữa bệnh.

Phân loại tế bào gốc

Chẳng mấy ngạc nhiên khi phôi thai chính là nơi có các tế bào có tiềm năng lớn nhất để hình thành các mô khác nhau. Một quả bóng nhỏ các tế bào phôi sẽ dần phát triển thành tất cả các bộ phận của cơ thể. Nhưng khi các bộ phận này trở nên biệt hóa, các tế bào của chúng cũng mất đi tính linh hoạt, vì chỉ tập trung vào các nhiệm vụ chuyên biệt. Chỉ một số bộ phận của cơ thể, chẳng hạn như tủy xương, là còn giữ lại các tế bào gốc, nhưng khả năng đa dạng hóa của chúng cũng khá hạn chế.



KHÍA CẠNH ĐẠO ĐỨC CỦA VIỆC THU THẬP TẾ BÀO GỐC

Tế bào gốc phôi có tiềm năng lớn nhất trong trị liệu, nhưng nhiều người coi việc sử dụng phôi người là không thể chấp nhận được về mặt đạo đức, và hành động lấy tế bào gốc từ phôi là bất hợp pháp ở một số quốc gia. Tế bào gốc trưởng thành – chẳng hạn như từ tủy xương hoặc dây rốn – giúp giải quyết những lo ngại này, nhưng chúng có tiềm năng hạn chế và không hữu ích bằng trong việc nghiên cứu các phương pháp điều trị cho các bệnh bao gồm bệnh tiểu đường và bệnh Parkinson.

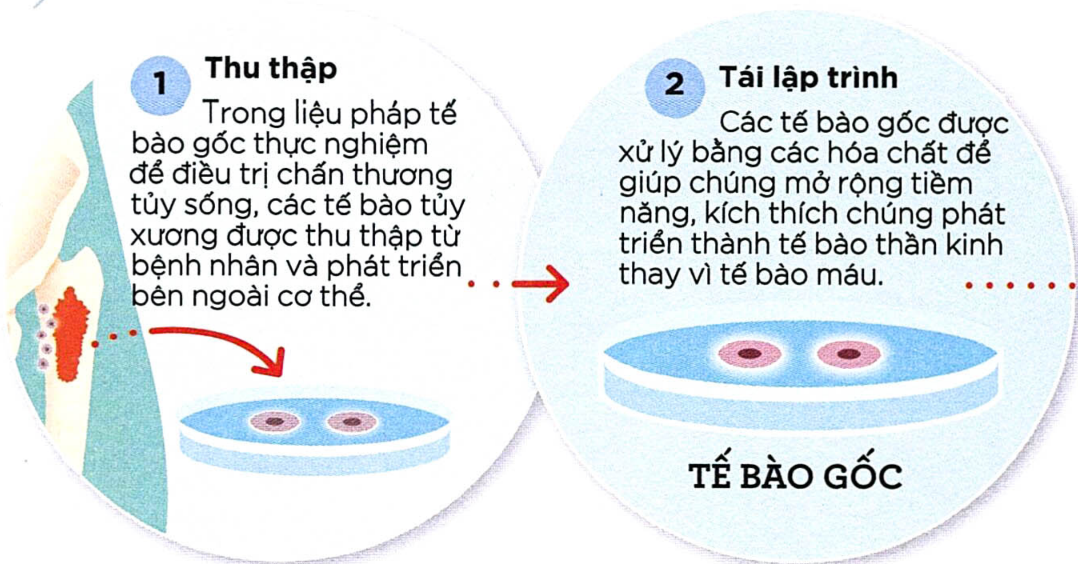


Tế bào gốc phôi trong giai đoạn trước nhất

Khi nó vẫn còn là một quả bóng dạng rắn gọi là phôi dâu, phôi trong giai đoạn trước nhất có các tế bào với tiềm năng phát triển tối đa. Mỗi trong số các tế bào gốc gọi là "tế bào toàn năng" (totipotent) này có khả năng hình thành bất kỳ bộ phận nào của phôi; ở hầu hết các động vật có vú, nó còn bao gồm các màng mà cuối cùng sẽ hình thành nhau thai.

Liệu pháp tế bào gốc

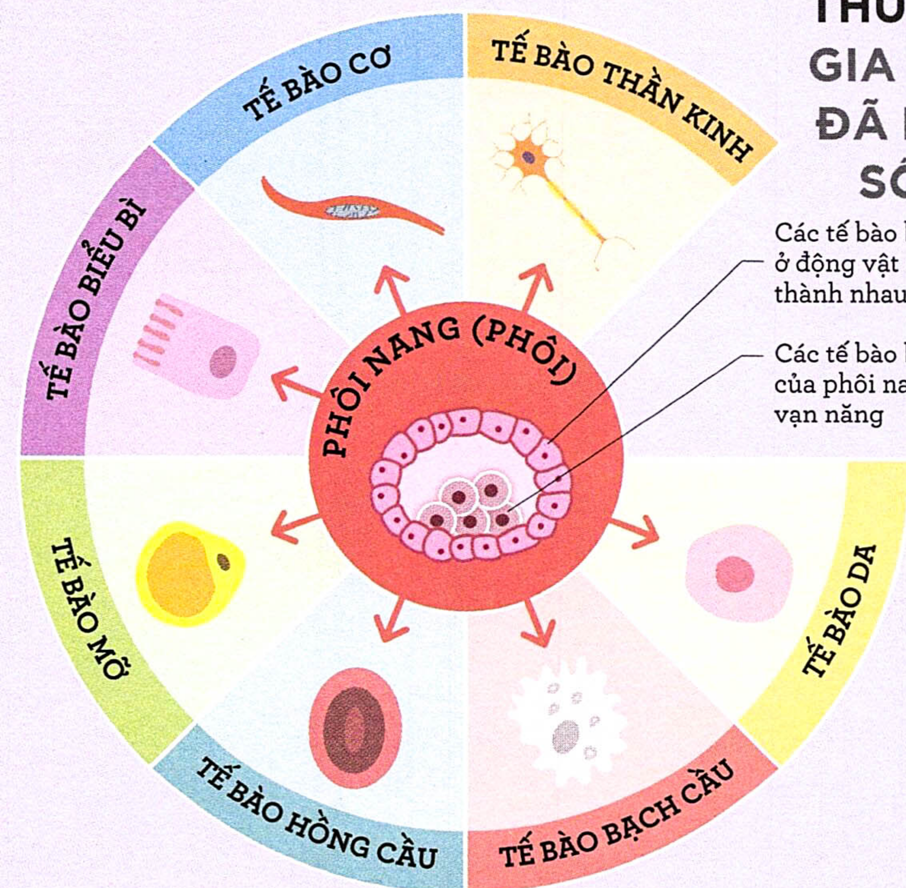
Tiềm năng của tế bào gốc có thể giúp phát triển các mô khỏe mạnh để điều trị bệnh. Chẳng hạn, ghép tủy xương dựa vào khả năng hình thành tế bào máu của tế bào gốc trưởng thành để điều trị các rối loạn về máu như bệnh bạch cầu. Liệu pháp tế bào gốc cũng có thể khôi phục các tế bào sản xuất insulin ở bệnh nhân tiểu đường. Việc điều trị thực nghiệm, thường là trên động vật, đang sử dụng tế bào gốc phôi, hoặc tế bào gốc trưởng thành được xử lý hóa học để tăng tiềm năng của chúng.

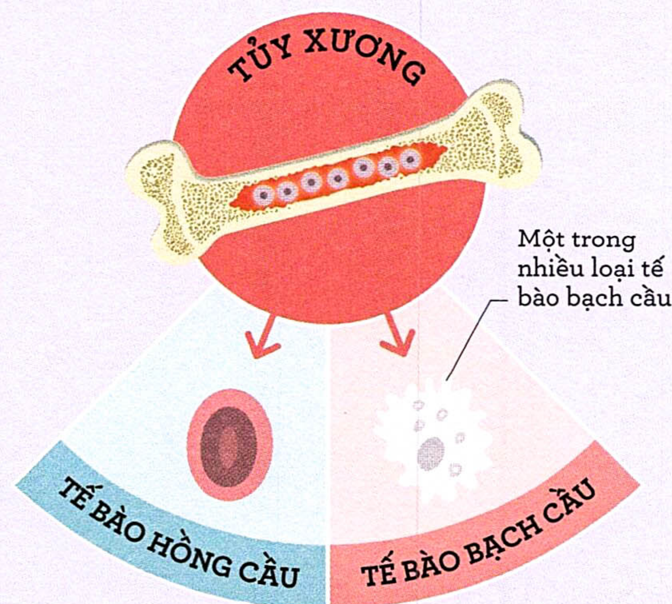




TRONG MỘT THỬ NGHIỆM, 50% BỆNH NHÂN BỊ CHẤN THƯƠNG TỦY SỐNG THAM GIA TRỊ LIỆU TẾ BÀO GỐC ĐÃ HỒI PHỤC ĐƯỢC MỘT SỐ CHUYỂN ĐỘNG







Tế bào gốc phôi trong giai đoạn đầu

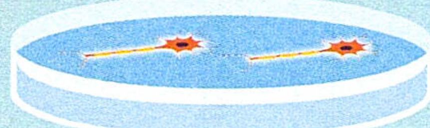
Khi phôi chuyển sang giai đoạn tiếp theo – một khối tế bào rỗng gọi là phôi nang – bước đầu tiên của quá trình biệt hóa đã hoàn thành. Ở hầu hết các động vật có vú, lớp tế bào bên ngoài giúp hình thành nhau thai. Chỉ có khối tế bào bên trong, chứa các tế bào gốc "vạn năng" (pluripotent), mới có thể tạo thành các bộ phận của cơ thể phôi thai.

Tế bào gốc trưởng thành

Các tế bào gốc cũng tồn tại trong bộ phận của cơ thể trưởng thành, nhưng chúng chỉ có thể phát triển thành một phạm vi hạn chế các loại tế bào, và được mô tả là "tế bào đa năng" (multipotent). Ví dụ, hầu hết tủy xương của cơ thể chứa các tế bào gốc đa năng vốn có thể biệt hóa thành các loại tế bào máu khác nhau.

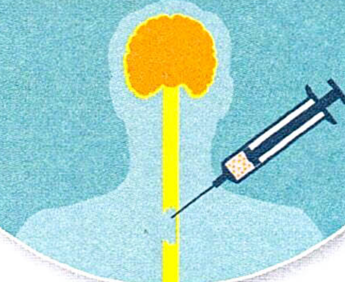
3 Biệt hóa

Các tế bào gốc chuyển đổi thành các tế bào thần kinh: chúng phát triển các sợi dài có thể mang các xung thần kinh điện.



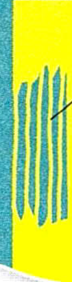
4 Chuyển vào cơ thể

Các tế bào được tiêm vào dịch lỏng xung quanh phần bị tổn thương của tủy sống, phần gồm các tế bào thần kinh.



5 Sửa chữa

Ở một số bệnh nhân, các tế bào thần kinh mới sẽ phát triển để sửa chữa phần bị tổn thương của tủy sống, với mục đích đảo ngược tình trạng tê liệt.



Nhân bản

Bản sao là những sinh vật giống hệt nhau về mặt di truyền. Công nghệ có thể giúp nhân bản vô tính một cách nhân tạo, nhưng nó còn chứa đựng hàm nghĩa cho y học và hơn thế nữa.

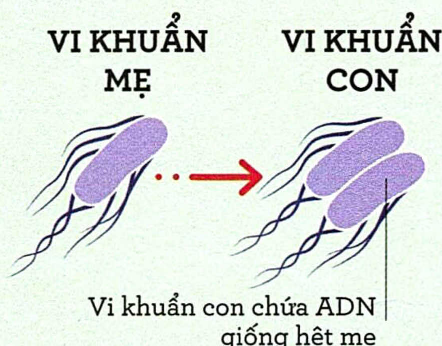
Nhân bản hoạt động ra sao?

Trọng tâm của việc nhân bản là ADN tự sao chép thúc đẩy sự phân chia tế bào và nhân giống bất kỳ sinh vật sống nào có thể sinh sản vô tính. Các kỹ thuật trong phòng thí nghiệm đã vượt xa điều này, với khả năng tác động lên các loại tế bào và mô chưa biệt hóa để tạo bản sao vô tính theo những cách không xảy ra trong tự nhiên.

SONG SINH CÓ PHẢI LÀ BẢN SAO?

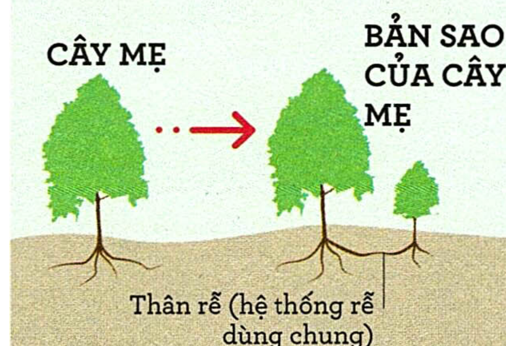
Có – song sinh cùng trứng có thể coi là bản sao. Sự kiện này phát sinh khi một trứng được thụ tinh tách thành hai tế bào riêng biệt bên trong bụng mẹ. Sau đó chúng phát triển thành phôi giống hệt nhau về mặt di truyền.

NHÂN BẢN TỰ NHIÊN



Sinh sản vô tính ở vi khuẩn

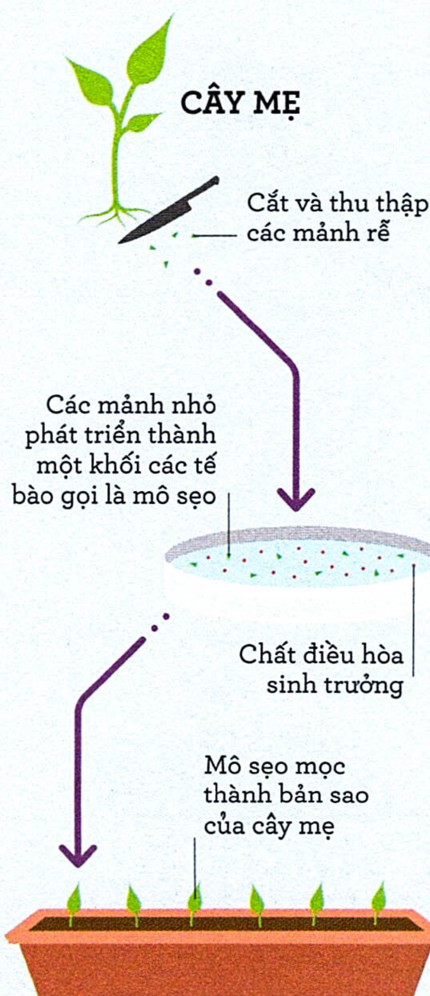
Vi sinh vật, chẳng hạn như vi khuẩn, sinh sản vô tính bằng cách tự nhân bản chính mình. Ngay trước khi phân chia tế bào, ADN được sao chép. Các bản sao ADN giống hệt nhau sẽ đi đến từng tế bào.



Sinh sản vô tính ở thực vật

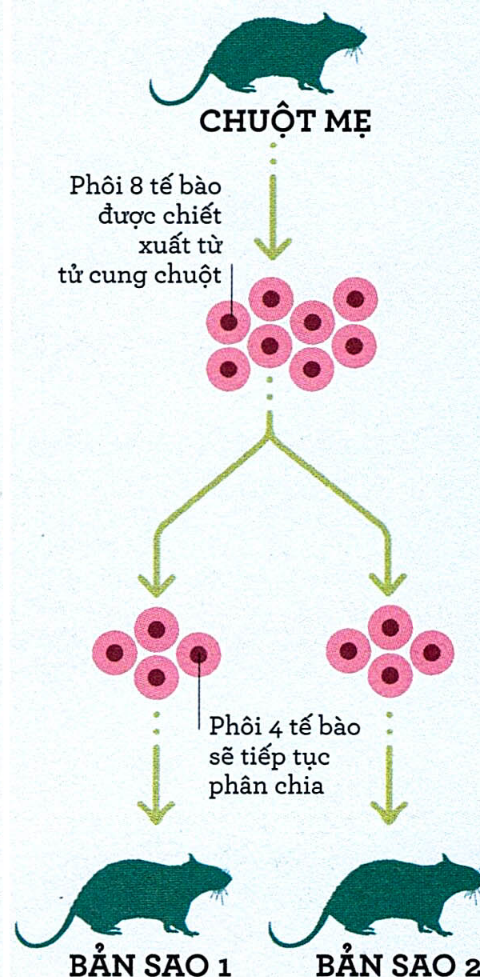
Hệ thống rễ ngầm được gọi là thân rễ có chứa các mô cần thiết để mọc lên những cây con mới giống hệt với cây mẹ. Cây dương lá rung có thể tạo ra những mảng bản sao vô tính lớn nhất trên hành tinh.

NHÂN BẢN NHÂN TẠO



Nuôi cấy mô

Các bộ phận của cây có thể được kích thích để phát triển thành cây mới, nếu chúng được xử lý bằng các hóa chất gọi là chất điều hòa sinh trưởng. Cây nhỏ mọc lên trong một loại thạch vô trùng giàu dinh dưỡng, trước khi được chuyển vào đất.

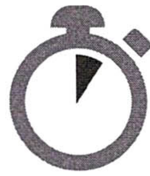


Phân mảnh phôi

Các kỹ thuật nhân bản động vật thành công đầu tiên liên quan đến việc tách phôi. Nếu được thực hiện ở giai đoạn đủ sớm, các tế bào không biệt hóa ở phôi sẽ bảo toàn tiềm năng hình thành tất cả các bộ phận của cơ thể sinh vật.

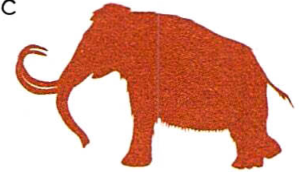


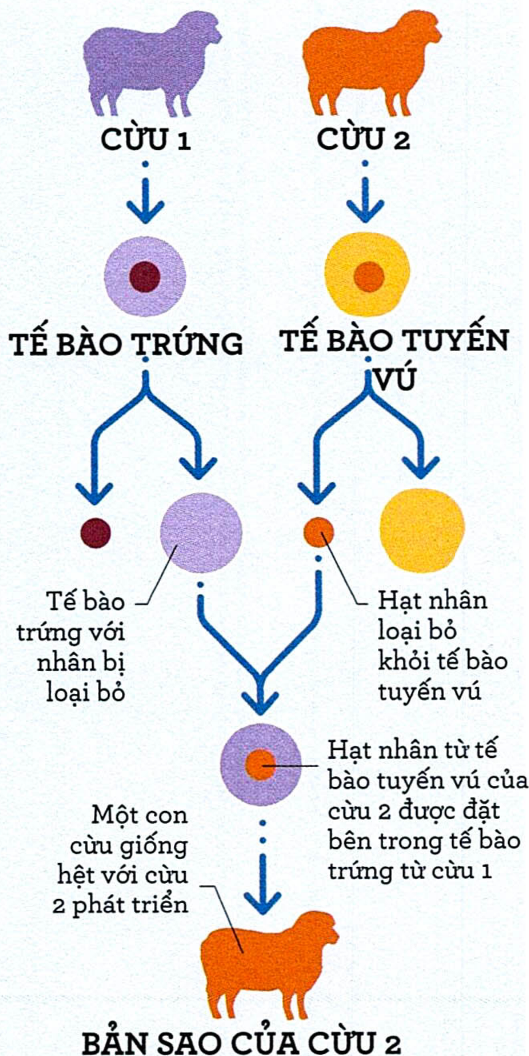
DÊ RỪNG PYRÉNÉE LÀ LOÀI ĐỘNG VẬT ĐẦU TIÊN ĐƯỢC HỒI SINH TỪ TUYỆT CHỦNG, NHƯNG NÓ ĐÃ CHẾT SAU 7 PHÚT



HỒI SINH CÁC LOÀI TUYỆT CHỦNG?

Các mẫu vật được bảo tồn cung cấp triển vọng hấp dẫn là hồi sinh các loài tuyệt chủng. Tuy nhiên, ADN bị xuống cấp theo thời gian – điều này có nghĩa là ADN cũ thiếu các chỉ thị quan trọng để tạo ra một phôi thai khả thi. Các nhà khoa học thành công thu được trình tự nguyên vẹn đáng kể của DNA từ các mô đông lạnh của voi ma mút – nhưng nó vẫn quá hư hỏng và không đầy đủ để áp dụng phương pháp nhân bản. Các nhà khoa học đang lên kế hoạch ghép các gien của voi ma mút và voi châu Á (họ hàng gần nhất với voi ma mút) để tạo ra một phôi tạp chủng có thể được nuôi cấy trong tử cung nhân tạo. Tuy nhiên, điều này cũng làm dấy lên lo ngại về đạo đức.


VOI MA MÚT



Chuyển nhân tế bào sinh dưỡng

Nhân bản có thể được tạo ra từ mô cơ thể (mô sinh dưỡng). Một tế bào trứng, được loại bỏ nhân của chính nó, tái lập trình nhân tế bào cơ thể với khả năng tạo ra một bản sao. Cừu Dolly đã được nhân bản bằng kỹ thuật này.

Liệu pháp nhân bản

Nhân bản vô tính có tiềm năng giúp điều trị bệnh bằng cách sử dụng các tế bào của chính bệnh nhân để hình thành các mô hoạt động mà sau đó sẽ đem cấy ghép trở lại cơ thể. Sự tương thích về di truyền sẽ giảm thiểu khả năng mô cấy bị đào thải. Các thí nghiệm sử dụng động vật đã chỉ ra rằng các tế bào nhân bản có thể tái tạo mô thần kinh, làm giảm các triệu chứng của bệnh Parkinson. Những tiến bộ trong kỹ thuật này có thể dẫn đến sự hình thành toàn bộ các cơ quan có thể cấy ghép được.

1 **Bệnh nhân**
Bệnh nhân đang mắc một căn bệnh, có nghĩa là các mô cụ thể không hoạt động đúng cách.

2 **Tế bào cơ thể**
Tất cả các tế bào cơ thể mang một bộ gien người hoàn chỉnh – bao gồm các gien để tạo ra các mô bị hỏng.

3 **Loại bỏ hạt nhân**
Hạt nhân – chứa vật liệu di truyền – được loại bỏ. Bào tương cũng bị hủy.

4 **Chèn hạt nhân mới**
Nhân được đưa vào tế bào trứng hoặc tế bào phôi đã được loại bỏ nhân.

5 **Phát triển phôi**
Một phôi sẽ phát triển, bao gồm một quả bóng chứa các tế bào giống hệt tế bào của bệnh nhân về mặt di truyền.

6 **Hình thành mô mới**
Các tế bào phôi không biệt hóa – được gọi là tế bào gốc – tạo ra các mô để cấy ghép vào bệnh nhân nhằm điều trị bệnh.



VŨ TRỤ

Sao

Một ngôi sao là một quả bóng khí phát sáng khổng lồ, xuất hiện khi các phản ứng hạt nhân đốt cháy lõi của nó. Những ngôi sao lớn nhất cháy sáng rực rỡ nhưng cũng mờ đi rất nhanh so với những ngôi sao nhỏ hơn, vốn đốt cháy nhiên liệu chậm hơn. Khối lượng của sao cũng quyết định bản chất cái chết của nó.

SAO SỐNG ĐƯỢC BAO LÂU?

Độ dài vòng đời của một ngôi sao phụ thuộc vào kích thước của nó. Những ngôi sao lớn nhất có thể tồn tại trong vài trăm nghìn năm, trong khi những ngôi sao nhỏ nhất có thể cháy tới hàng nghìn tỷ năm.

Sự ra đời của một ngôi sao

Các ngôi sao phát sinh từ trong những đám mây bụi và khí liên sao đóng băng được gọi là tinh vân. Các khối khí vỡ thành nhiều mảnh nhỏ, và nếu khối lượng riêng của chúng trở nên đủ lớn, chúng sẽ nổ tung bởi chính lực hấp dẫn của mình và giải phóng ra nhiệt. Nếu lượng nhiệt sinh ra đủ cho phản ứng nhiệt hạch hạt nhân (xem trang 193), một ngôi sao sẽ ra đời. Quá trình này có thể mất đến vài triệu năm.



1 Đám mây phân tử Ở ngay trên độ không tuyệt đối, các chất khí trở thành chùm phân tử (được hình thành từ các phân tử, không phải các ion) và liên kết với nhau. Các đám mây đặc hơn sẽ tách ra.

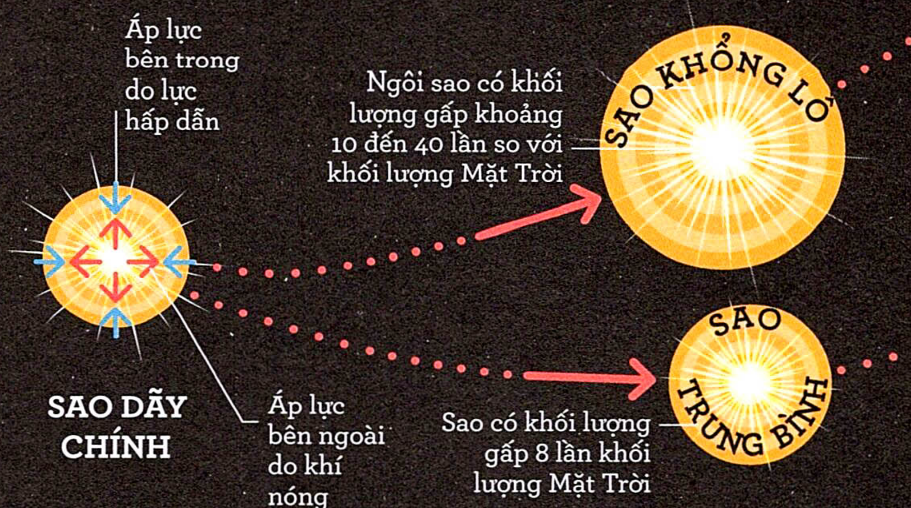
2 Mây sụp Một đám khí dày đặc bất ngờ co sụp lại, làm tăng nhiệt độ ở trung tâm của nó. Động lượng góc biến nó thành một đĩa quay.

3 Tiền sao hình thành Vùng trung tâm dày đặc tạo thành một tiền sao (protostar), còn đĩa quay có thể trở thành một hệ thống hành tinh. Kích thước của tiền sao sẽ tăng thêm 100 lần khi vật chất rơi vào bên trong nó.

4 Phản ứng nhiệt hạch bắt đầu Vật chất sẽ dừng rơi vào bên trong sao khi áp lực lõi bắt đầu gây ra phản ứng nhiệt hạch. Tiền sao đốt cháy hydro, tạo ra gió sao mạnh mẽ.

Sự sống và cái chết của một ngôi sao

Hầu hết các tiền sao sẽ tiếp tục trở thành sao trung bình hoặc sao "dãy chính", có khả năng duy trì sự ổn định nhờ vào cân bằng lực: áp lực bên ngoài từ luồng khí nóng nở rộng và lực hấp dẫn bên trong. Vòng đời của một ngôi sao phụ thuộc vào khối lượng của nó, và nó cũng sẽ thay đổi kích thước, nhiệt độ và màu sắc khi già đi. Một số ngôi sao biến mất, số khác lại nổ trong siêu tân tinh, cung cấp nguyên liệu hình thành các ngôi sao và hành tinh mới. Vì hầu hết các nguyên tố trong Vũ trụ được tạo ra bởi phản ứng hạt nhân trong các ngôi sao, có thể nói rằng thế giới của chúng ta được tạo nên từ bụi sao.





LỖ ĐEN

Những ngôi sao lớn nhất trở thành lỗ đen

SAO NEUTRON

Phần lõi nhỏ gọn còn lại sau siêu tân tinh chỉ bao gồm các neutron và quay rất nhanh

Sao hết nhiên liệu; lớp ngoài sụp vào lõi, sau đó phát nổ ở tốc độ 30.000 km/s

SIÊU TÂN TINH

Vật chất từ tàn dư siêu tân tinh còn sót lại nằm rải rác, cách xa hàng triệu năm ở trong các đám mây khí gần đó

MẢNH VỤN VÀ BỤI

SAO LÙN ĐEN

Sao lùn trắng sau cùng có thể mờ đi thành một vật lạnh, tối gọi là sao lùn đen; nhưng Vũ trụ chưa đủ tuổi để một ngôi sao kiểu này tồn tại

SAO LÙN TRẮNG

Đây là lõi của tinh vân hành tinh và có nhiệt độ cực cao

Ngôi sao mở rộng và nguội đi, đổi màu thành màu đỏ

SAO SIÊU KHỔNG LỒ ĐỎ

TINH VÂN HÀNH TINH

Trong một giai đoạn tương đối ngắn, ngôi sao phát ra một lớp vỏ khí nóng, khiến nó giống như một hành tinh

SAO KHỔNG LỒ ĐỎ

Sao mở rộng và nguội đi khi nhiên liệu hydro của nó cạn kiệt

MỘT MUỖNG CÀ PHÊ VẬT LIỆU SAO NEUTRON CÓ THỂ NẶNG HƠN 5 TỶ TẤN

"TÁI CHẾ" MỘT NGÔI SAO

Vụ Nổ Lớn chỉ tạo ra hydro, heli và một ít lithi. Gần như tất cả các nguyên tố nặng khác đều được tạo thành trong các ngôi sao hoặc trong các vụ nổ siêu tân tinh. Khi đó, siêu tân tinh sẽ phát ra các vật chất này, tạo nên các ngôi sao và hành tinh mới.

1 Các nguyên tố nặng được đưa vào đám mây phân tử, mà sau đó sẽ co sụp

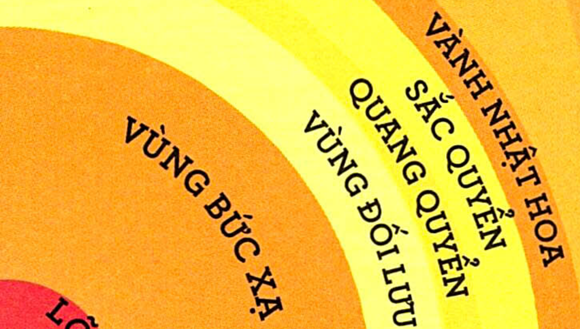
2 Các khối khí co sụp dần nóng lên, tạo thành các tiền sao

3 Sao hình thành, với các phản ứng nhiệt hạch ổn định

4 Sao nổ phát ra vật liệu, bắt đầu lại chu kỳ

Mặt Trời

Mặt Trời là ngôi sao gần chúng ta nhất. Nó là một sao lùn màu vàng – một ngôi sao có kích thước trung bình – và tạo ra năng lượng của nó nhờ phản ứng nhiệt hạch. Mặt Trời được ước tính là đã trải qua một nửa vòng đời của nó và sẽ tiếp tục ổn định trong khoảng 5 tỷ năm nữa.



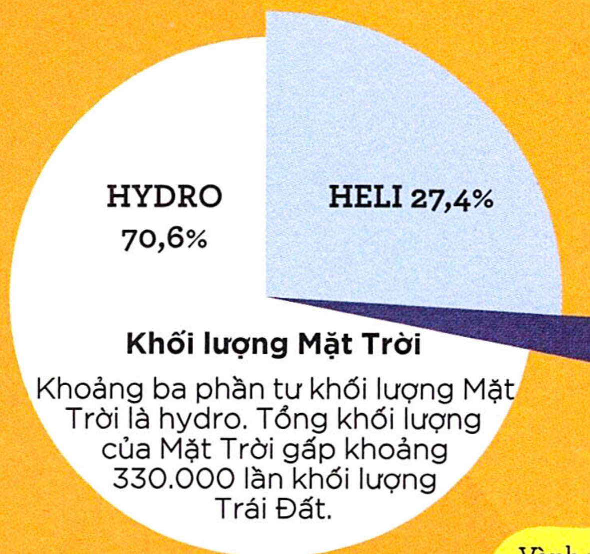
Phản ứng nhiệt hạch xảy ra trong lõi, nơi nhiệt độ đạt 15 triệu độ C, tạo ra toàn bộ lượng nhiệt và ánh sáng cho Mặt Trời

Trong vùng bức xạ, các photon nhảy từ hạt này sang hạt khác trước khi thoát ra ngoài

Nhiệt độ trong vùng đối lưu, nơi các bong bóng plasma nóng di chuyển lên trên, giảm xuống 1,5 triệu độ C

Bên trong và bên ngoài Mặt Trời

Mặt Trời bao gồm chủ yếu là khí hydro và khí heli ở trạng thái plasma, khối khí nóng đến mức các nguyên tử của nó bị mất electron và bị ion hóa (xem trang 20-21). Mặt Trời có sáu vùng: bên trong cùng là lõi trung tâm, nơi diễn ra phản ứng tổng hợp hạt nhân, bao quanh nó là các vùng bức xạ và đối lưu; bên ngoài là bề mặt có thể nhìn thấy, hay quang quyển, được bao quanh bởi sắc quyển, và vùng ngoài cùng nhất là vành nhật hoa.



Khối lượng Mặt Trời

Khoảng ba phần tư khối lượng Mặt Trời là hydro. Tổng khối lượng của Mặt Trời gấp khoảng 330.000 lần khối lượng Trái Đất.

Vành nhật hoa, lớp ngoài cùng của Mặt Trời, mở rộng ra ngoài không gian



TRONG HỆ MẶT TRỜI, MẶT TRỜI LÀ VẬT THỂ CÓ HÌNH DÁNG GẦN NHẤT VỚI MỘT KHỐI CẦU HOÀN HẢO



Các vết đen mặt trời là các vùng tương đối mát và tối của quang quyển gây ra bởi mật độ từ trường mặt trời, ức chế sự truyền nhiệt ra bên ngoài

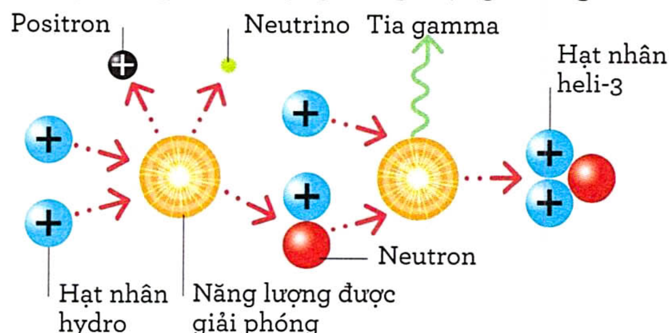


Hoạt động của Mặt Trời và Trái Đất

Những thay đổi trong hoạt động trên bề mặt của Mặt Trời có thể được cảm nhận trên Trái Đất. Trên đường đến Trái Đất, các hạt trong sự giải phóng vật chất vành nhật hoa có thể xuyên qua vỏ tàu vũ trụ (gây nguy hiểm cho các phi hành gia), vô hiệu hóa các vệ tinh, và tạo ra dòng điện với cường độ cao trong lưới điện ở mặt đất. Hoạt động của vết đen mặt trời cũng ảnh hưởng đến khí hậu Trái Đất. Hoạt động mạnh của vết đen Mặt Trời dẫn đến tăng nhẹ bức xạ mặt trời. Thời điểm mà các vết đen Mặt Trời không xuất hiện cũng có liên quan đến những thời kỳ lạnh giá trong lịch sử Trái Đất.

NGUỒN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI

Khối lượng lớn của Mặt Trời tạo ra áp suất và nhiệt độ lớn ở lõi, nơi xảy ra phản ứng nhiệt hạch. Hạt nhân của các nguyên tử hydro, mỗi hạt gồm một proton duy nhất, hợp nhất với các hạt nhân hydro khác để tạo thành hạt nhân heli. Trong quá trình này, các hạt hạ nguyên tử và bức xạ khác được giải phóng – đồng thời cũng mang theo lượng năng lượng khổng lồ.



PHẢN ỨNG TỔNG HỢP HẠT NHÂN TRONG MẶT TRỜI

Vết lóa Mặt Trời là một cú nổ bức xạ dữ dội do sự giải phóng năng lượng từ tính liên quan đến các vết đen Mặt Trời

Tai lửa mặt trời là một vòng plasma kéo dài ra ngoài không gian, mặc dù nó vẫn gắn liền với quang quyển

Sự giải phóng vật chất vành nhật hoa là sự giải phóng plasma lớn bất thường từ vành nhật hoa

Lỗ nhật hoa là các khu vực mà mật độ plasma thấp hơn, tương đối lạnh và tối

Sắc quyển là một lớp mỏng thuộc khí quyển Mặt Trời – ta có thể thấy nó trong nhật thực toàn phần, trong hình dáng một vành đỏ quanh rìa của Mặt Trời

Bức xạ thoát ra khỏi quang quyển, nơi có nhiệt độ 5.500°C, xuất hiện trước chúng ta dưới dạng ánh sáng mặt trời

ÁNH SÁNG MẶT TRỜI MẤT BAO LÂU ĐỂ ĐẾN TRÁI ĐẤT?

Có thể mất vài trăm nghìn năm để một photon di chuyển từ lõi Mặt Trời đến bề mặt của nó. Nhưng sau đó, chỉ mất tám phút để photon đến Trái Đất.

Hệ Mặt Trời

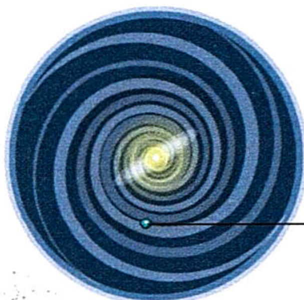
Hệ Mặt Trời bao gồm Mặt Trời – ngôi sao địa phương của chúng ta – nằm ở vị trí trung tâm và tám hành tinh quay quanh nó. Nó cũng bao gồm hơn 170 mặt trăng, một số hành tinh lùn, tiểu hành tinh, sao chổi và các thiên thể khác.

HỆ MẶT TRỜI BAO NHIÊU TUỔI?

Hệ Mặt Trời có lẽ vào khoảng 4,6 tỷ năm tuổi. Tuổi này được ước tính bằng cách đo sự phân rã phóng xạ của vật liệu trong các thiên thạch rơi xuống Trái Đất.

Hệ Mặt Trời hình thành như thế nào?

Hệ Mặt Trời của chúng ta xuất hiện khi một đám mây khí và bụi đóng băng gọi là tinh vân ngưng tụ và bắt đầu quay (xem trang 190). Mặt Trời hình thành tại vùng trung tâm nóng của đĩa quay này, trong khi các vật chất ở xa hơn trở thành các hành tinh và mặt trăng. Chỉ có vật chất đá mới chịu được sức nóng gần Mặt Trời, tạo thành các hành tinh ở vòng trong, trong khi vật chất khí đóng băng lắng xuống các khu vực phía ngoài đĩa quay để tạo thành các hành tinh vòng ngoài.



Vị trí của chúng ta trong Dải Ngân Hà

Hệ Mặt Trời của chúng ta thuộc về một nhánh bên trong của Dải Ngân Hà. Mặt Trời là một trong khoảng 100-400 tỷ ngôi sao của thiên hà này.



KHỐI LƯỢNG RIÊNG CỦA SAO THỔ THẤP ĐẾN MỨC HÀNH TINH NÀY SẼ TRÔI LƠ LỬNG TRONG NƯỚC

Sao Mộc
Hành tinh lớn nhất, Sao Mộc, là nơi có Vết Đỏ Lớn – một cơn bão 300 năm tuổi.

779 triệu km
Cách Mặt Trời



Mặt trăng Sao Mộc
Sao Mộc có 69 mặt trăng, trong đó mặt trăng lớn nhất, Ganymede, thậm chí còn lớn hơn Sao Thủy. Mặt trăng Europa được cho là có nước lỏng bên dưới bề mặt băng giá của nó.

Khoảng cách trung bình từ Mặt Trời
228 triệu km

Sao Hỏa
Trọng lực trên Hành Tinh Đỏ đóng băng bằng khoảng một phần ba trọng lực Trái Đất.

Đường kính 6.792 km

150 triệu km
Cách Mặt Trời

Trái Đất
Hành tinh đặc nhất. Nước bao phủ 70% bề mặt của nó.

Đường kính 12.756 km

108 triệu km
Cách Mặt Trời

Sao Kim
Hành tinh nóng nhất, Sao Kim, quay chậm đến mức ngày của nó còn dài hơn năm của nó.

Đường kính 12.104 km

Khoảng cách trung bình từ Mặt Trời
58 triệu km

Sao Thủy
Hành tinh nhỏ nhất, Sao Thủy, quay quanh Mặt Trời với tốc độ 47 km mỗi giây.

Đường kính 4.879 km

MẶT TRỜI



Vành đai tiểu hành tinh
Vành đai tiểu hành tinh nằm giữa quỹ đạo của Sao Hỏa và Sao Mộc. Đây là nơi có hành tinh lùn Ceres.



Khoảng cách trung bình từ Mặt Trời

Sao Hải Vương

Những cơn gió lốc trên Sao Hải Vương di chuyển với tốc độ lên đến 2.000 km/h khiến nó trở thành hành tinh gió lốc dữ dội nhất.

4.495 triệu km Cách Mặt Trời

Đường kính 49.528 km

Sao Thiên Vương

Mặc dù không phải là hành tinh xa Mặt Trời nhất, Sao Thiên Vương được ghi nhận là có nhiệt độ thấp nhất.

2.872 triệu km

Đường kính 51.118 km

Sao Thổ

Sao Thổ có hệ thống vành đai rộng nhất trong Hệ Mặt Trời.

1.433 triệu km Cách Mặt Trời

Đường kính 120.536 km

Vành đai của Sao Thổ

Vành đai này cấu tạo chủ yếu bằng băng nước có tính phản chiếu cao, với một số dấu vết của các vật chất đá. Chúng được cho là phần còn lại của một hoặc nhiều mặt trăng sau khi va chạm với các tiểu hành tinh hoặc sao chổi.

Đường kính 142.984 km

CÁC HÀNH TINH LÙN

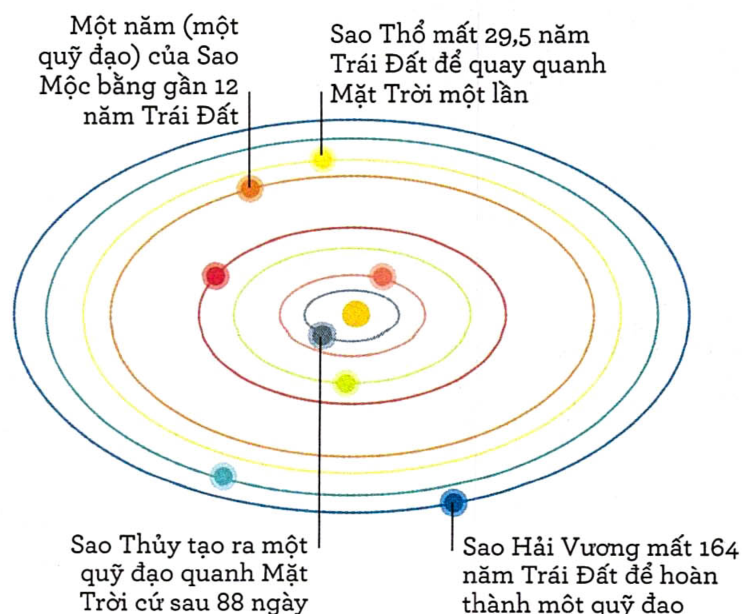
Các hành tinh lùn, như Sao Diêm Vương, có đủ lực hấp dẫn và khối lượng để tạo thành một khối cầu trực tiếp quay quanh Mặt Trời. Tuy nhiên, không giống như các hành tinh khác, chúng chưa có quỹ đạo rõ ràng, và vẫn chia sẻ nó với các tiểu hành tinh và sao chổi.



SAO DIÊM VƯƠNG

Quỹ đạo hành tinh

Một hành tinh càng gần Mặt Trời, nó càng bị ảnh hưởng bởi lực hấp dẫn của Mặt Trời, tạo ra tốc độ quay quanh Mặt Trời lớn hơn. Sao Thủy, hành tinh gần nhất, có tốc độ nhanh nhất, trong khi Sao Hải Vương, hành tinh xa nhất, quay chậm nhất. Quỹ đạo của mỗi hành tinh là một hình elip, biến dạng đôi chút bởi các lực của các hành tinh tác động lên nhau.



Vật chất trôi nổi trong không gian

Khi Hệ Mặt Trời hình thành, các mảnh đá và băng tạo nên nhiều thiên thể có kích cỡ khác nhau, trong đó những mảnh lớn nhất trở thành các hành tinh. Các mảnh còn lại trở thành thiên thạch, tiểu hành tinh và sao chổi, đôi khi rơi xuống Trái Đất.

Thiên thạch

Các thiên thạch là "hạt" của tiểu hành tinh hoặc sao chổi. Những mảnh đá hoặc kim loại nhỏ này thường có kích thước bằng hạt cát hoặc đá cuội, nhưng đôi khi cũng đạt tới đường kính hơn một mét. Các thiên thạch rơi qua bầu khí quyển của một hành tinh, dần trở nên nóng sáng trong quá trình rơi đó, tạo thành hiện tượng có tên gọi là sao băng. Những mảnh còn sót lại và đến được mặt đất được gọi là vẫn thạch. Khoảng 90 đến 95% sao băng bị đốt cháy hoàn toàn khi đi qua khí quyển Trái Đất. Độ sáng của chúng trên bầu trời có liên quan nhiều đến tốc độ hơn là kích thước của chúng.

LIỆU CÓ THỂ NGĂN CHẶN MỘT CÚ VA CHẠM TÀN KHỐC?

Phủ lên sao chổi hoặc tiểu hành tinh một lớp bụi phấn hoặc bụi than có thể thay đổi cách ánh sáng mặt trời làm nóng nó và điều chỉnh quỹ đạo của nó. Cho phát nổ một chất nổ gần một thiên thể có thể thay đổi quỹ đạo của nó nhanh hơn.

Trạm Vũ trụ Quốc tế ISS đôi khi phải thay đổi hướng để tránh các mảnh vỡ không gian. Một vụ va chạm tiềm ẩn được cho là nguy hiểm nếu xác suất xảy ra va chạm là 0,001% trở lên

TRẠM VŨ TRỤ QUỐC TẾ

Các thiên thạch chủ yếu phát sinh trong vành đai tiểu hành tinh và quay quanh Mặt Trời

THIÊN THẠCH

TRÁI ĐẤT

Khi sao băng rơi xuống, chúng trở nên nóng đến mức lớp ngoài bốc hơi

SAO BĂNG

VẪN THẠCH

Thiên thạch là sắt – thường là 90% – hoặc đá, được tạo thành từ oxy, silic, magnesi và các yếu tố khác

Vệ tinh hỏng

Vanguard 1, mảnh vỡ không gian lâu đời nhất, theo tính toán có thể sẽ tiếp tục duy trì quỹ đạo trong hơn 200 năm



Tiểu hành tinh

Các tiểu hành tinh là các thiên thể bằng đá hoặc kim loại quay quanh Mặt Trời, chủ yếu nằm giữa quỹ đạo của Sao Hỏa và Sao Mộc trong cái được gọi là vành đai tiểu hành tinh. Hầu hết có đường kính lên đến 1 km, nhưng một số – như hành tinh lùn lớn nhất, Ceres – có đường kính hơn 100 km và chúng có một lực hấp dẫn đáng kể. Nhưng lực hấp dẫn của Sao Mộc đã ngăn các tiểu hành tinh liên kết với nhau tạo thành các hành tinh.

TIỂU HÀNH TINH

Một hộp công cụ bị rơi trong một chuyến du hành không gian hiện vẫn còn được theo dõi

Găng tay không gian mà Ed White làm rơi trong chuyến đi bộ ra ngoài không gian đầu tiên của người Mỹ

Một vệ tinh thời tiết cũ đã bị phá hủy bởi một tên lửa của Trung Quốc vào năm 2007, khiến 3.000 mảnh vỡ văng vào quỹ đạo

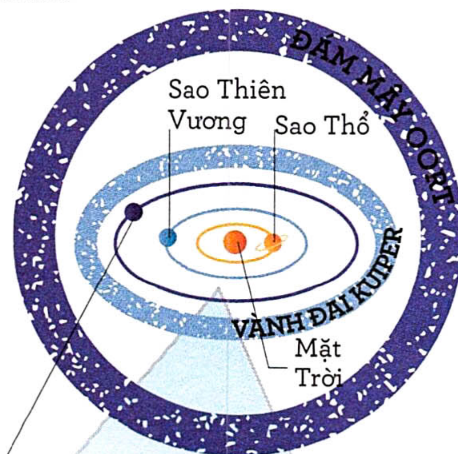
Rác vũ trụ

Hàng triệu vật thể nhân tạo, từ những mảnh sơn nhỏ cho đến những khối kim loại có kích thước bằng xe tải, đang trôi nổi xung quanh Hệ Mặt Trời, hầu hết đều quay quanh Trái Đất. Di chuyển với tốc độ cao và số lượng ngày càng tăng, rác vũ trụ là mối đe dọa lớn dần đối với các tàu vũ trụ có người lái như Trạm Vũ trụ Quốc tế ISS. Ngoài ra còn có các tàu vũ trụ bỏ hoang trên các bề mặt của Sao Kim, Sao Hỏa và Mặt Trăng.

Vành đai Kuiper và Đám mây Oort

Các vật thể băng giá trong Vành đai Kuiper, một dải thiên thể hình đĩa nằm xa hơn quỹ đạo Sao Hải Vương, đang được các hành tinh kéo vào trong để trở thành sao chổi. Trong khi đó, các vật thể trong Đám mây Oort, một đám mây hình cầu khổng lồ từ các mảnh vụn băng giá ở vùng ngoài của Hệ Mặt Trời, bị ảnh hưởng bởi lực hấp dẫn của các ngôi sao đi qua nó.

Quỹ đạo sao chổi
Sao chổi được phân loại theo thời gian quỹ đạo của chúng xung quanh Mặt Trời. Sao chổi ngắn hạn mất ít hơn 200 năm để hoàn thành quỹ đạo và bắt nguồn từ Vành đai Kuiper. Sao chổi dài hạn mất hơn 200 năm để hoàn thành quỹ đạo và đến từ Đám mây Oort.



Sao Hải Vương

SAO CHỔI

Đuôi sao chổi
Sao chổi có hai đuôi – đuôi bụi và đuôi plasma – luôn hướng ra khỏi Mặt Trời. Chúng có thể đạt tới chiều dài 160 triệu km.

Đuôi plasma

Đầu sao chổi – đám mây khí và bụi

Chuyển động của sao chổi

Đuôi bụi

Nhân sao chổi gồm bụi và băng

Hướng Mặt Trời

MỘT VẬT THỂ 10 CM DI CHUYỂN VỚI TỐC ĐỘ 36.000 KM/H CÓ THỂ GÂY RA THIỆT HẠI TƯƠNG ĐƯƠNG VỚI 25 THỎI THUỐC NỔ

Lỗ đen

Lỗ đen là một vùng không gian nơi vật chất bị nghiền nát thành một điểm mật độ vô hạn siêu nhỏ. Mật độ của nó đặc đến nỗi lực hấp dẫn của nó không để bất cứ thứ gì thoát ra. Ngay cả ánh sáng cũng bị kéo vào, khiến cho lỗ đen trở nên vô hình – cách duy nhất để phát hiện ra nó là quan sát ảnh hưởng của nó đối với môi trường xung quanh.

NƠI GẦN NHẤT ĐƯỢC NGHI LÀ LỖ ĐEN CÁCH CHÚNG TA KHOẢNG 3.000 NĂM ÁNH SÁNG



Sụp đổ hoàn toàn

Hầu hết các lỗ đen hình thành như kết quả từ cái chết của một ngôi sao lớn (với khối lượng gấp khoảng 10 lần Mặt Trời hoặc hơn). Vật chất bị lực hấp dẫn kéo về phía lỗ đen thường tạo thành một đĩa quay, phát ra tia X và các loại bức xạ khác, giúp các nhà thiên văn học phát hiện ra chúng.



1 Ngôi sao ổn định
Phản ứng hạt nhân trong lõi của một ngôi sao tạo ra năng lượng và áp lực hướng ra bên ngoài. Khi chúng cân bằng với lực hấp dẫn hướng vào trong, ngôi sao duy trì ổn định. Nhưng khi hết nhiên liệu, lực hấp dẫn sẽ chiến thắng.

2 Phát nổ
Khi các phản ứng hạt nhân ngừng lại, ngôi sao sẽ chết. Không thể cưỡng lại tác động nghiền nát bởi lực hấp dẫn của chính nó, sao sẽ co sụp. Điều này cũng sẽ gây ra một vụ nổ siêu tân tinh, làm nổ tung các bộ phận bên ngoài của ngôi sao vào không gian.

3 Lõi sập
Nếu phần lõi còn lại sau vụ nổ siêu tân tinh vẫn còn khối lượng lớn (khoảng gấp ba lần khối lượng Mặt Trời), nó sẽ tiếp tục co lại và sập do trọng lượng của chính nó, hình thành một điểm có mật độ vô hạn gọi là điểm kỳ dị.

PHÂN LOẠI LỖ ĐEN

Có hai loại lỗ đen chính: sao và siêu khổng lồ. Một lỗ đen sao xuất hiện khi một ngôi sao khổng lồ phát ra vụ nổ siêu tân tinh vào cuối vòng đời của nó (xem ở trên). Các lỗ đen siêu khổng lồ lớn hơn và được tìm thấy tại trung tâm của các thiên hà, thường được bao quanh bởi các xoáy vật chất cực kỳ nóng và có khả năng phát sáng. Các lỗ đen thuộc loại thứ ba, được gọi là lỗ đen nguyên thủy, có thể đã hình thành trong Vụ Nổ Lớn. Nếu thực sự chúng từng tồn tại, hầu hết có lẽ đều là lỗ đen nhỏ bé và nhanh chóng biến mất. Để tồn tại đến thời điểm này, một lỗ đen phải khởi đầu với khối lượng ít nhất là tương đương với một ngọn núi lớn.



LỖ ĐEN SIÊU KHỔNG LỒ
Đường kính chân trời sự kiện: lên đến kích thước Hệ Mặt Trời
Khối lượng: lên tới hàng tỷ lần khối lượng Mặt Trời

LỖ ĐEN SAO
Đường kính chân trời sự kiện: 30-300 km
Khối lượng: khoảng 5 tới 50 lần khối lượng Mặt Trời

LỖ ĐEN NGUYÊN THỦY
Đường kính chân trời sự kiện: chiều rộng của hạt nhân nguyên tử nhỏ hoặc lớn hơn
Khối lượng: nhiều hơn một ngọn núi



ĐĨA BỒI TỤ VẬT CHẤT

ĐĨA BỒI TỤ

LỖ ĐEN

Khí, bụi và các ngôi sao đang phân rã xoay quanh một số lỗ đen trong cái được gọi là đĩa bồi tụ

Chân trời sự kiện là điểm không thể quay lại đối với bất kỳ vật chất hay ánh sáng nào từ bên ngoài đi qua lỗ đen

VẬT CHẤT RƠI THEO ĐƯỜNG XOẮN ỐC VÀO TRONG

Lỗ đen tạo thành một trường hấp dẫn cực mạnh, kéo vật chất vào trong như một xoáy nước

CHÂN TRỜI SỰ KIỆN

GIẾNG HẤP DẪN

CƯỜNG ĐỘ CỦA TRỌNG LỰC TĂNG

4 Một lỗ đen được sinh ra

Mật độ của điểm kỳ dị bây giờ lớn đến mức nó làm biến dạng không-thời gian xung quanh nó, khiến ánh sáng cũng không thể thoát ra. Một lỗ đen có thể được hình dung theo dạng hai chiều như một lỗ sâu vô hạn gọi là giếng hấp dẫn.

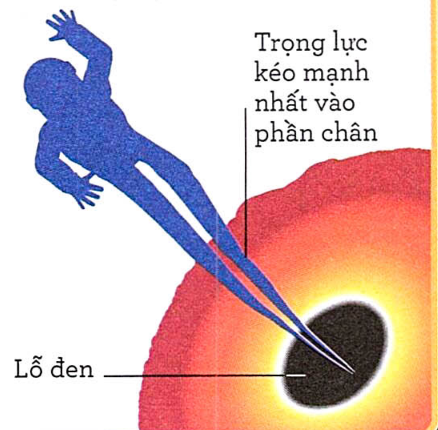
Ẩn sâu trong trung tâm lỗ đen là một điểm kỳ dị vô cùng nhỏ và có mật độ dày đặc, nơi vật chất bị siết chặt lại

MỘT LỖ ĐEN CÓ THỂ PHÁ HỦY TRÁI ĐẤT?

Lỗ đen không di chuyển qua các hành tinh chiếm dụng không gian. Ngay cả khi Mặt Trời trở thành một lỗ đen, Trái Đất sẽ không rơi vào nó, bởi vì, ở khoảng cách vừa đủ, lỗ đó sẽ có cùng lực hấp dẫn với Mặt Trời.

SPAGHETTI-HÓA

Càng đến gần một chân trời sự kiện của lỗ đen, lực hấp dẫn càng tăng lên đáng kể, đến nỗi các vật thể rơi về phía nó sẽ bị kéo dãn thành những sợi dài giống như mì spaghetti. Một phi hành gia giả tưởng sẽ bị xé toạc, từ phía chân đi lên, bởi quá trình spaghetti-hóa này.



Thiên hà

Các thiên hà là những hệ thống khổng lồ chứa hàng triệu đến hàng tỷ ngôi sao, cùng với các đám mây khí và bụi gọi là tinh vân, đồng thời còn có một lượng vật chất tối (xem trang 206-207) không xác định. Chúng được sắp xếp theo trật tự nhờ lực hấp dẫn. Thiên hà của chúng ta được gọi là Dải Ngân Hà.

DẢI NGÂN HÀ LỚN ĐẾN MỨC NÀO?

Thiên hà của chúng ta có đường kính khoảng 100.000 năm ánh sáng, với phần đĩa dày khoảng 1.000 năm ánh sáng. Hệ Mặt Trời của chúng ta mất khoảng 230 triệu năm để xoay quanh lỗ đen trung tâm của nó.

Dải Ngân Hà

Hệ Mặt Trời của chúng ta nằm trên nhánh Lạp Hộ của một thiên hà xoắn ốc có thanh lớn, chứa khoảng 100 đến 400 tỷ ngôi sao xoay quanh một lỗ đen siêu khổng lồ. Nhìn từ cạnh bên, thiên hà của chúng ta dường như là một mặt phẳng, với phần trung tâm phình sáng, và bao quanh là một quầng hào quang chứa các cụm sao.

Các loại thiên hà

Có khoảng hai nghìn tỷ thiên hà trong phần Vũ trụ quan sát được, dù vậy, có thể vẫn còn nhiều trong số chúng chưa được khám phá (xem trang 204-205). Ba loại thiên hà chính là thiên hà elip, xoắn ốc và dị thường. Một số thiên hà là sự kết hợp của các loại này, chẳng hạn như các thiên hà thấu kính. Vừa elip lại vừa xoắn ốc, chúng có dạng phẳng nhưng thiếu nhánh xoắn ốc rõ ràng.

Thiên hà xoắn ốc

Thiên hà xoắn ốc là các đĩa phẳng, xoay với cấu trúc nhánh, có hạt nhân phình to và quầng sáng xung quanh. Trong thiên hà xoắn ốc có thanh, các nhánh xuất phát từ một thanh trung tâm, chứ không phải từ hạt nhân.

Thiên hà hình elip

Thiên hà hình elip khá đa dạng, từ hình cầu đến hình bầu dục, và được phân loại theo mức tròn hay dẹt của chúng. Không giống như thiên hà xoắn ốc, chúng không có trục quay đơn.

Thiên hà dị thường

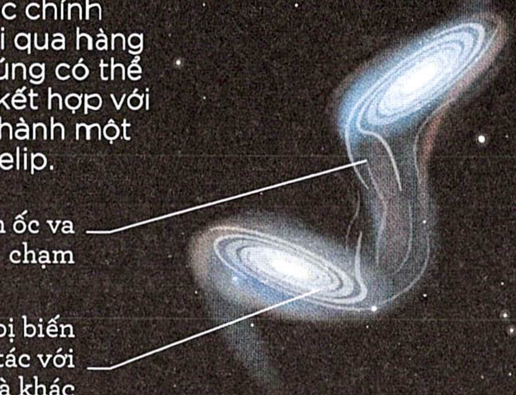
Những thiên hà kiểu này không có cấu trúc đối xứng và ít hoặc không có hạt nhân. Một số chứa các ngôi sao mới, còn rất nóng. Số khác có lượng bụi lớn, khiến ta khó quan sát các ngôi sao riêng lẻ.

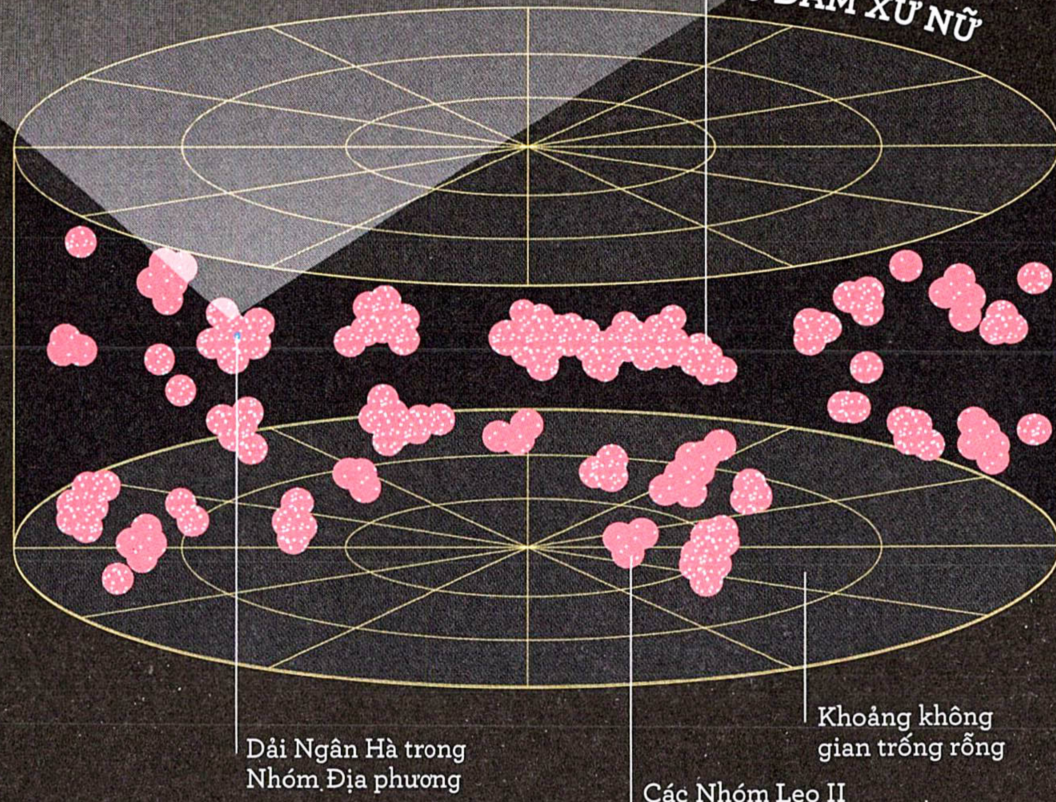
Tương tác thiên hà

Va chạm giữa các thiên hà thực ra khá phổ biến – Dải Ngân Hà hiện đang va chạm với thiên hà lùn Nhân Mã. Tuy nhiên, khoảng cách giữa các ngôi sao là rất lớn, chúng gần như không bao giờ va chạm trực diện với nhau. Dù vậy, các thiên hà gần va chạm vẫn có thể làm biến dạng lẫn nhau và các tương tác có thể nén các đám mây khí trong mỗi thiên hà, khởi động sự hình thành sao mới.

Va chạm thiên hà

Hai thiên hà xoắn ốc này đang va chạm, hút các nhánh xoắn ốc chính của nhau. Trải qua hàng triệu năm, chúng có thể cuối cùng sẽ kết hợp với nhau để tạo thành một thiên hà hình elip.



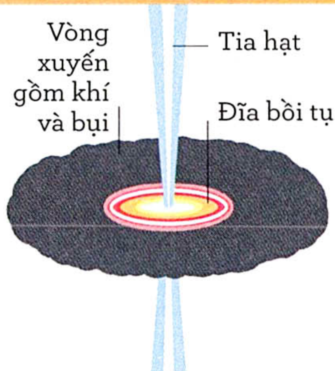


Siêu đám Xử Nữ

Thiên hà của chúng ta là một phần của đám thiên hà gọi là Nhóm Địa phương, là một phần của Siêu đám Xử Nữ – một siêu đám thiên hà bị chi phối bởi Quần tụ Xử Nữ, nơi chứa tới 2.000 thiên hà.

CÁC THIÊN HÀ HOẠT ĐỘNG

Không giống như các thiên hà bình thường, các thiên hà hoạt động phát ra nhiều năng lượng hơn so với mức mà các ngôi sao của chúng có thể tạo ra, do sự tích tụ (tích lũy) của vật chất trong lỗ đen siêu khổng lồ tại vùng trung tâm thiên hà. Một số thiên hà hoạt động còn phát đi các tia hạt năng lượng.



HẠT NHÂN VÀ VÒNG XUYẾN BAO QUANH

Quần tụ và Siêu đám thiên hà

Ba phần tư các thiên hà không được sắp xếp ngẫu nhiên mà quần tụ lại với nhau. Chúng được kết nối bởi một mạng lưới vũ trụ gồm các sợi vật chất thông thường và sợi vật chất tối; các đám thiên hà thường hình thành tại các điểm mà các sợi này giao nhau. Khi các quần tụ thiên hà va chạm với nhau, các siêu đám sẽ hình thành. Có khoảng 10 triệu siêu đám thiên hà như thế này. Trong đó siêu đám lớn nhất, Bức tường Vĩ đại Sloan, có đường kính 1,4 tỷ năm ánh sáng. Năng lượng tối được cho là sẽ xé tan những siêu đám này.



Vụ Nổ Lớn

Hầu hết các nhà thiên văn học tin rằng Vũ trụ có một khởi đầu xác định, xảy ra cách đây 13,8 tỷ năm trong một sự kiện mang tên Vụ Nổ Lớn. Bắt đầu từ một điểm vô hạn cực kỳ nhỏ và đặc, tất cả vật chất, năng lượng, không gian và thời gian được hình thành. Kể từ Vụ Nổ Lớn, Vũ trụ ngày càng lớn và nguội hơn.

ĐIỀU GÌ XẢY ĐẾN TRƯỚC VỤ NỔ LỚN?

Nếu thời gian bắt đầu cùng Vụ Nổ Lớn, thì câu trả lời là không có gì. Hoặc có lẽ vũ trụ của chúng ta xuất phát từ một vũ trụ mẹ nào đó.

Một số thiên hà bắt đầu có hình dạng xoắn ốc

Những ngôi sao đầu tiên hình thành

Cho đến khi những ngôi sao đầu tiên hình thành và bắt đầu phát sáng, Vũ trụ vẫn chìm trong tối tăm

NGÀY NAY

2-3 TỶ NĂM SAU VỤ NỔ LỚN

500-600 TRIỆU NĂM SAU VỤ NỔ LỚN

380.000 ĐẾN 200 TRIỆU NĂM SAU VỤ NỔ LỚN

380.000

Nguyên tử hydro

Nguyên tử deuteri

Nguyên tử heli-3

Mở rộng không gian

Các nhà khoa học đã quan sát thấy Vũ trụ vẫn đang dãn nở, hàm ý rằng Vũ trụ trước đây từng nhỏ hơn nhiều. Trong một phần rất nhỏ của giây đầu tiên, một phần của Vũ trụ đã phát triển nhanh hơn tốc độ ánh sáng, trong một sự kiện gọi là dãn nở. Tốc độ mở rộng sớm chậm lại, nhưng Vũ trụ vẫn ngày càng lớn lên. Ở quy mô lớn, tất cả các vật thể đang di chuyển ra xa nhau – và càng ở xa, chúng lại càng di chuyển nhanh hơn. Điều này có thể được quan sát thấy trong một hiệu ứng được gọi là dịch chuyển đỏ.

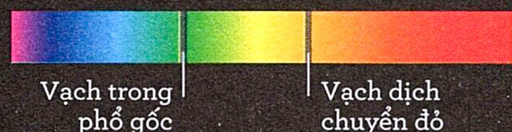
Dịch chuyển đỏ

Khi một vật thể chuyển động ra xa một người quan sát ở tốc độ cao, sóng ánh sáng từ nó bị kéo dãn. Điều này làm cho vạch phổ của vật thể (xem trang 211) dịch sang phía đầu đỏ của quang phổ. Khoảng cách của một vật thể từ Trái Đất có thể được tính từ kích thước của dịch chuyển đỏ.

Thiên hà di chuyển ra xa khỏi người quan sát

Thiên hà có màu đỏ hơn hiện lên trong mắt người quan sát

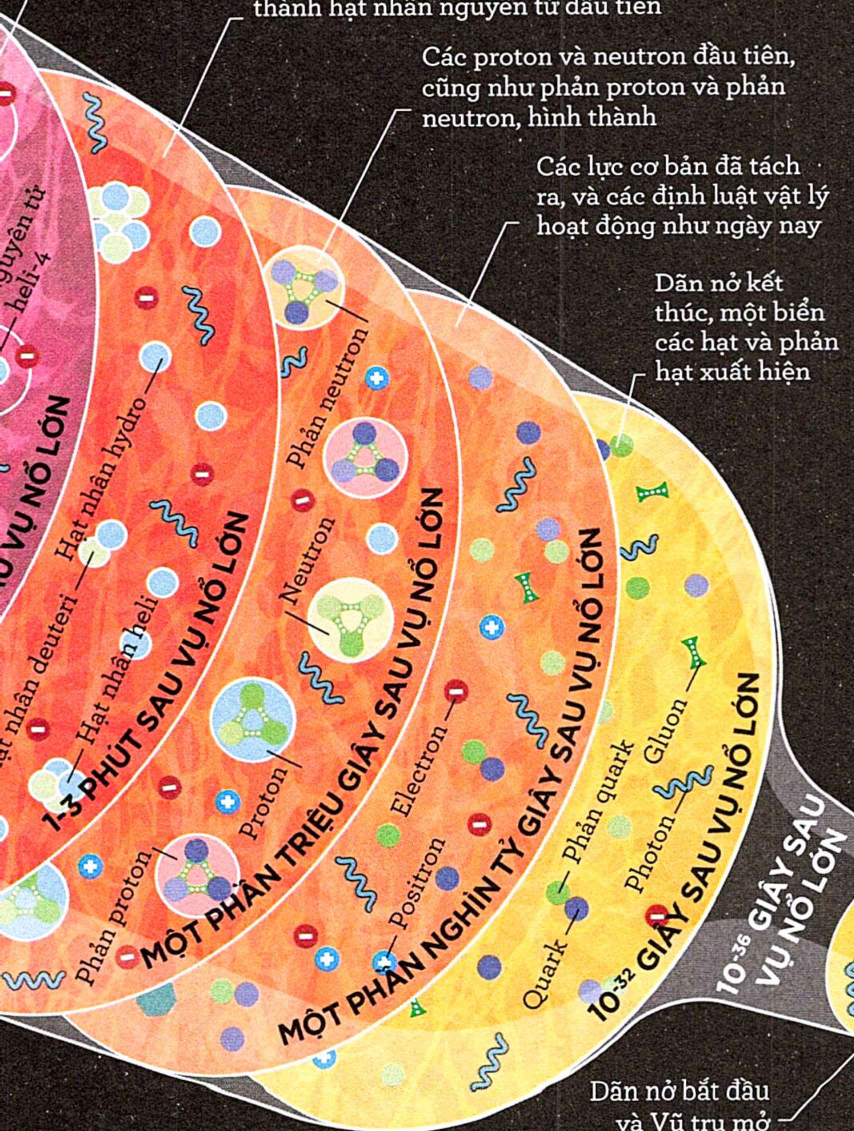
Bước sóng được kéo dài





Khởi nguồn

Vũ trụ ban đầu hoàn toàn là năng lượng. Khi nó nguội đi, năng lượng và vật chất ở trạng thái hoán đổi cho nhau gọi là tương đương khối lượng-năng lượng. Sau khi kết thúc dãn nở vũ trụ, các hạt hạ nguyên tử đầu tiên bắt đầu xuất hiện. Nhiều trong số các hạt này không còn tồn tại, nhưng các hạt còn lại đã tạo nên tất cả mọi vật chất trong Vũ trụ ngày nay. Vào thời điểm khoảng 400.000 năm trôi qua sau vụ nổ, các nguyên tử đầu tiên đã hình thành.



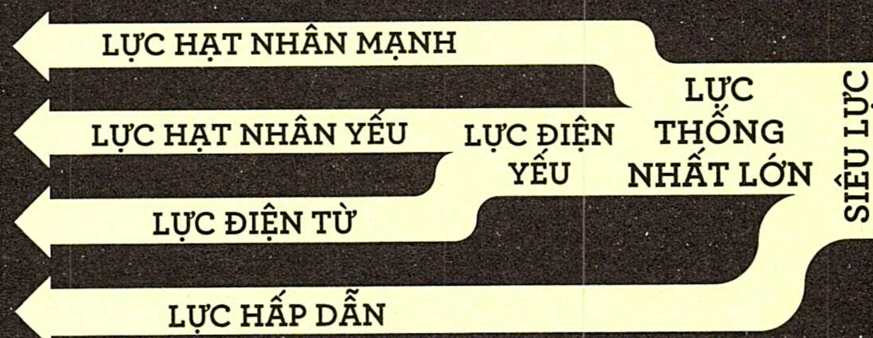
BẰNG CHỨNG CHO VỤ NỔ LỚN

Các nhà khoa học đề xuất lý thuyết Vụ Nổ Lớn dự đoán rằng nó sẽ để lại một bức xạ nhiệt mờ nhạt đến từ mọi hướng trên bầu trời. Năm 1964, bức xạ này, được gọi là bức xạ tàn dư vũ trụ, được hai nhà thiên văn học người Mỹ tìm thấy bằng cách sử dụng một ăng ten radio lớn, có hình chiếc sừng tại New Jersey.



Các định luật vật lý

Bốn lực cơ bản chi phối sự tương tác giữa các hạt thoạt tiên không tồn tại, nhưng chúng đã được thiết lập nền tảng từ khi Vũ trụ ra đời. Ngay sau Vụ Nổ Lớn, ở một thời kỳ được gọi là Kỷ nguyên Planck, khi vật chất và năng lượng chưa tách rời nhau, đã có một lực hoặc siêu lực thống nhất duy nhất. Một phần nghìn giây sau Vụ Nổ Lớn, lực này đã tách ra thành lực điện từ, lực hạt nhân mạnh, lực hạt nhân yếu và lực hấp dẫn.



Vụ Nổ Lớn
Trong giây đầu tiên của thời gian, các lực cơ bản và các hạt hạ nguyên tử được hình thành. Phải mất vài trăm nghìn năm nữa thì các nguyên tử mới xuất hiện, và thêm hàng triệu năm để các ngôi sao, sau đó là các thiên hà, phát triển.



TRONG GIÂY ĐẦU TIÊN, VŨ TRỤ SƠ KHAI ĐÃ PHÁT TRIỂN TỪ HƯ KHÔNG LÊN TỚI ĐƯỜNG KÍNH HÀNG TỶ KM

Vũ trụ rộng lớn đến mức nào?

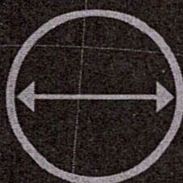
MỘT NĂM ÁNH SÁNG LÀ GÌ?

Là đơn vị đo khoảng cách (không phải thời gian), một năm ánh sáng là khoảng cách ánh sáng đi được trong một năm. Ánh sáng di chuyển với tốc độ 300.000 km mỗi giây, do đó, một năm ánh sáng là độ dài khoảng 9,5 nghìn tỷ km.

Liệu không gian có là vô hạn? Và Vũ trụ có hình dạng gì? Mặc dù các nhà thiên văn học chưa thể trả lời những câu hỏi này, họ có thể ước tính kích thước của phần Vũ trụ mà chúng ta có thể nhìn thấy. Bằng cách nghiên cứu mật độ khối lượng và năng lượng, họ cũng có thể rút ra kết luận về hình học của không gian Vũ trụ.

Vũ trụ khả kiến

Phần không gian chúng ta có thể nhìn thấy và nghiên cứu được gọi là Vũ trụ khả kiến. Một khu vực hình cầu có tâm là Trái Đất, đó là khối không gian mà từ đó ánh sáng đã có thời gian để di chuyển tới chúng ta kể từ Vụ Nổ Lớn. Khi một vật thể di chuyển ra xa khỏi chúng ta, ánh sáng mà nó phát ra sẽ dịch chuyển về phía đầu màu đỏ của quang phổ khi nó đi qua không gian tiến về phía chúng ta (xem trang 202). Ánh sáng dịch chuyển đỏ dài nhất có thể phát hiện được đã xuất hiện từ nơi cách ta 13,8 tỷ năm ánh sáng. Điều này cho chúng ta biết Vũ trụ sẽ lớn đến mức nào nếu nó đứng yên. Nó cũng tiết lộ rằng Vũ trụ phải khoảng 13,8 tỷ năm tuổi. Nhưng chúng ta biết rằng, kể từ lúc bắt đầu, Vũ trụ không ngừng mở rộng.

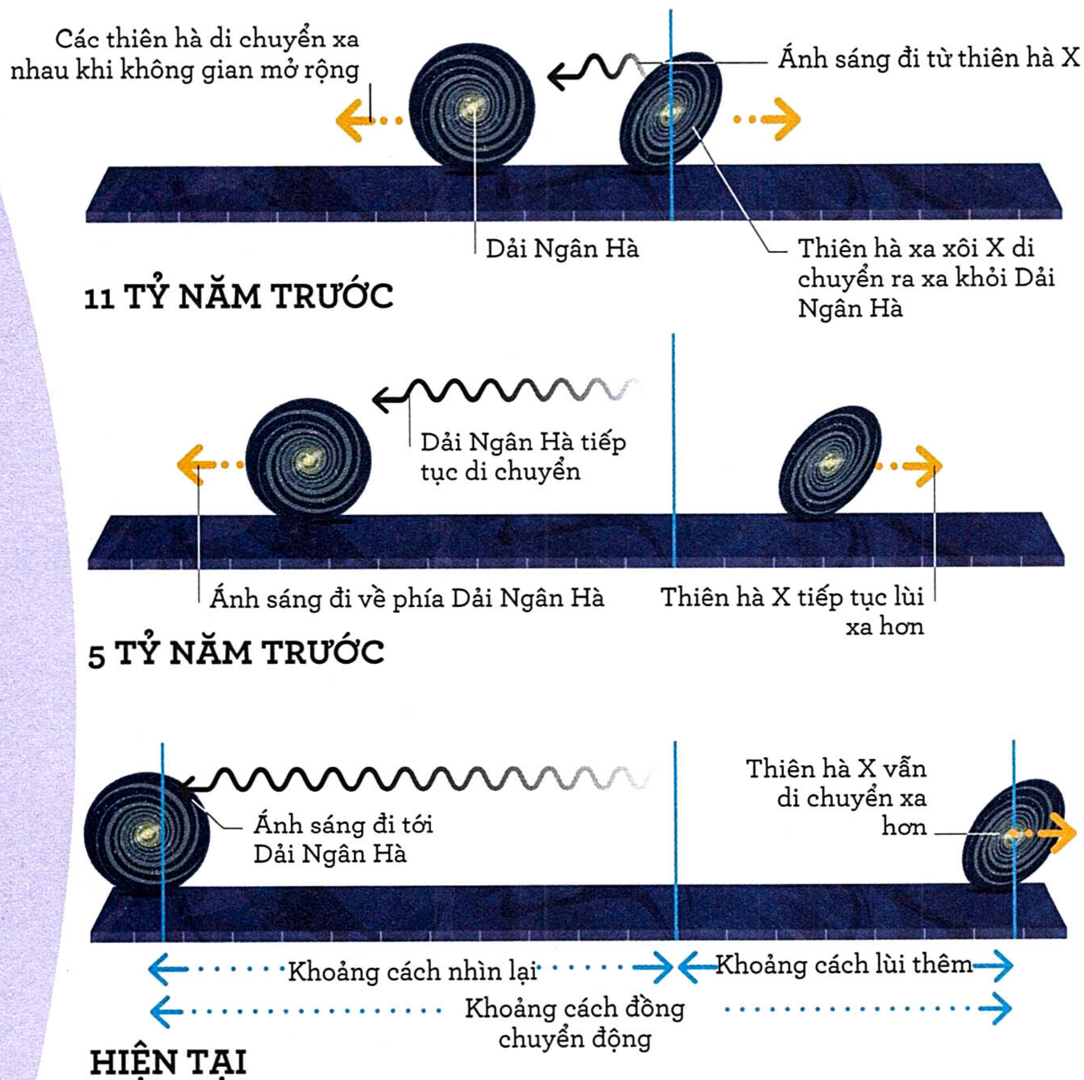


CÁC THIÊN HÀ XA NHẤT CÒN MỜ HƠN 10 TỶ LẦN SO VỚI CÁC VẬT THỂ MỜ NHẤT CÓ THỂ NHÌN THẤY BẰNG MẮT THƯỜNG



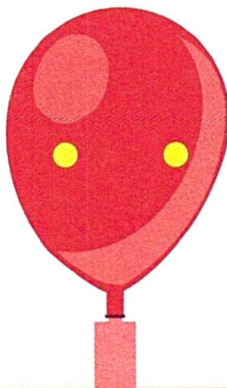
Đo khoảng cách trong không gian vẫn tiếp tục mở rộng

Vì không gian vẫn đang mở rộng, khoảng cách thực sự đến một vật thể trong không gian, được gọi là khoảng cách đồng chuyển động của nó, lớn hơn khoảng cách ánh sáng từ vật thể đã truyền tới chúng ta, được gọi là khoảng cách nhìn lại. Nếu tính đến cả việc không gian mở rộng, rìa của Vũ trụ khả kiến cách chúng ta khoảng 46,5 tỷ năm ánh sáng.



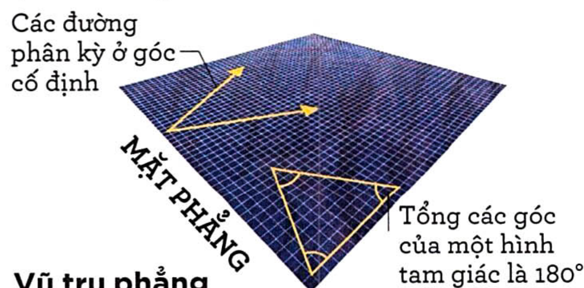
KHÔNG GIAN MỞ RỘNG NHANH ĐẾN MỨC NÀO?

Ở quy mô tương đối nhỏ, chẳng hạn như trong các thiên hà, các vật thể trong không gian Vũ trụ được giữ ở khoảng cách cố định với nhau nhờ lực hấp dẫn. Nhưng ở quy mô lớn hơn, sự dãn nở của không gian có nghĩa là các vật thể đang di chuyển ra xa nhau, giống như các điểm trên bề mặt của một quả bóng đang được thổi phồng. Hai vật thể càng xa nhau, chúng càng di chuyển ra xa nhau nhanh hơn. Các phép đo mới nhất cho thấy hai vật thể cách nhau một megaparsec (khoảng 3 triệu năm ánh sáng) đang di chuyển hướng ra xa nhau ở tốc độ khoảng 74 km/s.



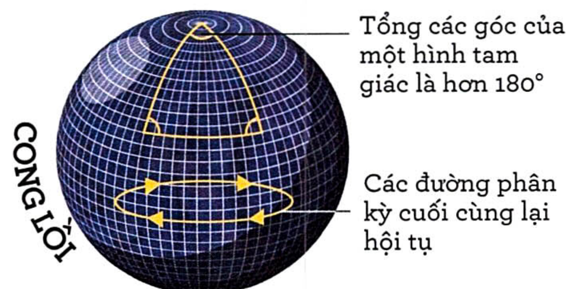
Hình dạng vũ trụ

Vũ trụ có ba dạng hình học khả dĩ. Mỗi dạng có độ cong không-thời gian khác nhau. Đây không phải là loại độ cong mà chúng ta đã quen thuộc, nhưng nó có thể được biểu thị bằng một hình ảnh 2D. Vũ trụ của chúng ta được cho là phẳng hoặc gần như phẳng. Một số giả thuyết về số phận vũ trụ là dựa trên những giả định hình học này (xem trang 208-209).



Vũ trụ phẳng

Bản tương tự dạng 2D của một vũ trụ phẳng là một mặt phẳng mà các quy tắc hình học quen thuộc có thể áp dụng. Ví dụ, các đường song song không bao giờ gặp nhau.



Vũ trụ cong lồi

Một vũ trụ mà trong đó không-thời gian cong lồi là vũ trụ "đóng kín" và hữu hạn về khối lượng và phạm vi. Các đường thẳng song song hội tụ trên một bề mặt hình cầu trong phép so sánh 2D này.



Vũ trụ cong lõm

Trong kịch bản này, vũ trụ có tính "mở ra" và vô hạn. Bản tương tự dạng 2D là một không gian hình yên ngựa, trong đó các đường phân kỳ dần dần xa nhau hơn.

Vật chất tối và năng lượng tối

Hầu hết Vũ trụ gồm những gì các nhà thiên văn học gọi là vật chất tối và năng lượng tối. Không thể quan sát trực tiếp các loại vật chất và năng lượng này, nhưng ta biết chúng tồn tại, do bởi cách chúng tương tác với vật chất thông thường và sóng ánh sáng.

Thiếu hụt khối lượng và năng lượng

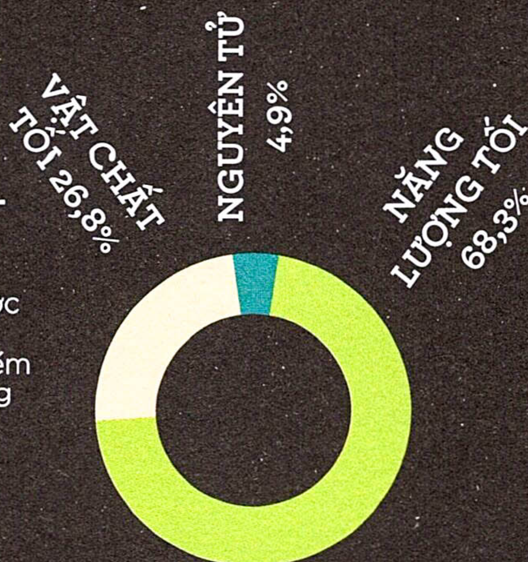
Khối lượng và năng lượng là hai dạng của một hiện tượng đơn gọi là tương đương khối lượng-năng lượng (xem trang 141). Khi các nhà thiên văn học cố gắng tổng hợp tất cả khối lượng-năng lượng của Vũ trụ, họ nhận thấy rằng hầu hết trong số đó là không thể nhìn thấy. Nhưng nhất thiết phải có một khối lượng lớn hơn những gì chúng ta có thể thấy, bởi nếu không các quần tụ thiên hà đã bay xa khỏi nhau. Và phải có nhiều năng lượng hơn bởi có thứ gì đó đang chống lại lực hấp dẫn và khiến quá trình dãn nở không gian tăng tốc.



MÁY PHÁT HIỆN VẬT CHẤT TỐI NHẠY CẢM NHẤT THẾ GIỚI NẰM SÂU 1,5 KM DƯỚI LÒNG ĐẤT

Còn thiếu bao nhiêu khối lượng-năng lượng?

Vật chất hữu hình thông thường, được tạo thành từ các nguyên tử, chỉ chiếm một tỷ lệ nhỏ trong khối lượng-năng lượng của Vũ trụ. Phần lớn còn lại là năng lượng tối.

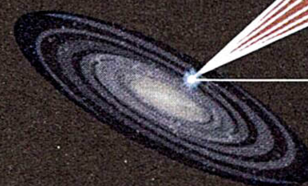


Vật chất tối

Vật chất tối hình thành trong các quầng xung quanh vật chất thường, hay vật chất "baryon", nhưng đa phần không tương tác với khối vật chất thường, không phản xạ hoặc hấp thụ ánh sáng, cũng không thể phát hiện ra bằng bức xạ điện từ. Tuy nhiên, tác động lực hấp dẫn của nó lên các thiên hà và các ngôi sao, cũng như tác động của nó làm biến dạng đường sóng ánh sáng có thể được quan sát thấy. Ta vẫn chưa rõ về bản chất của vật chất tối, nhưng hai trong số các dạng mà các nhà thiên văn học cho rằng nó có thể có là MACHO và WIMP.

Thấu kính hấp dẫn

Một khối lượng đủ lớn có thể hoạt động như một thấu kính, làm biến dạng các trường hấp dẫn, chuyển hướng đi của sóng ánh sáng, và thay đổi vẻ ngoài của các thiên hà. Hiệu ứng thấu kính yếu kéo dài hình dạng thiên hà, trong khi hiệu ứng mạnh làm thay đổi vị trí của chúng hoặc thậm chí nhân đôi chúng.



MACHO

Một số vật chất tối có thể bao gồm các vật thể dày đặc như lỗ đen và sao lùn nâu – được gọi chung là MACHO (MAssive Compact Halo Objects). Các vật chất này phát ra rất ít ánh sáng, và chỉ có thể được phát hiện bằng thấu kính hấp dẫn (xem ở trên). Tuy nhiên, MACHO không chiếm toàn bộ khối lượng vật chất tối.

WIMP

Loại vật chất tối giả định khác là các hạt tương tác yếu (Weakly Interacting Massive Particles), các hạt lạ được tạo ra trong Vũ trụ sơ khai, tương tác thông qua lực hạt nhân yếu (xem trang 27) và lực hấp dẫn.

Nóng

Dạng vật chất tối này bao gồm các hạt di chuyển gần với tốc độ ánh sáng.

Lạnh

Hầu hết các vật chất tối, như WIMP, được cho là lạnh – một dạng vật chất di chuyển chậm.



THIÊN HÀ XA XÔI

Thấu kính tạo ra nhiều hình ảnh bị bóp méo của thiên hà

Vị trí thực tế và hình dạng của thiên hà

QUẦN TỤ THIÊN HÀ

Quần tụ thiên hà chứa một lượng lớn vật chất tối hoạt động như một thấu kính hấp dẫn

Đường đồng mức nối các điểm có nồng độ vật chất tối bằng nhau

Xác định vật chất tối

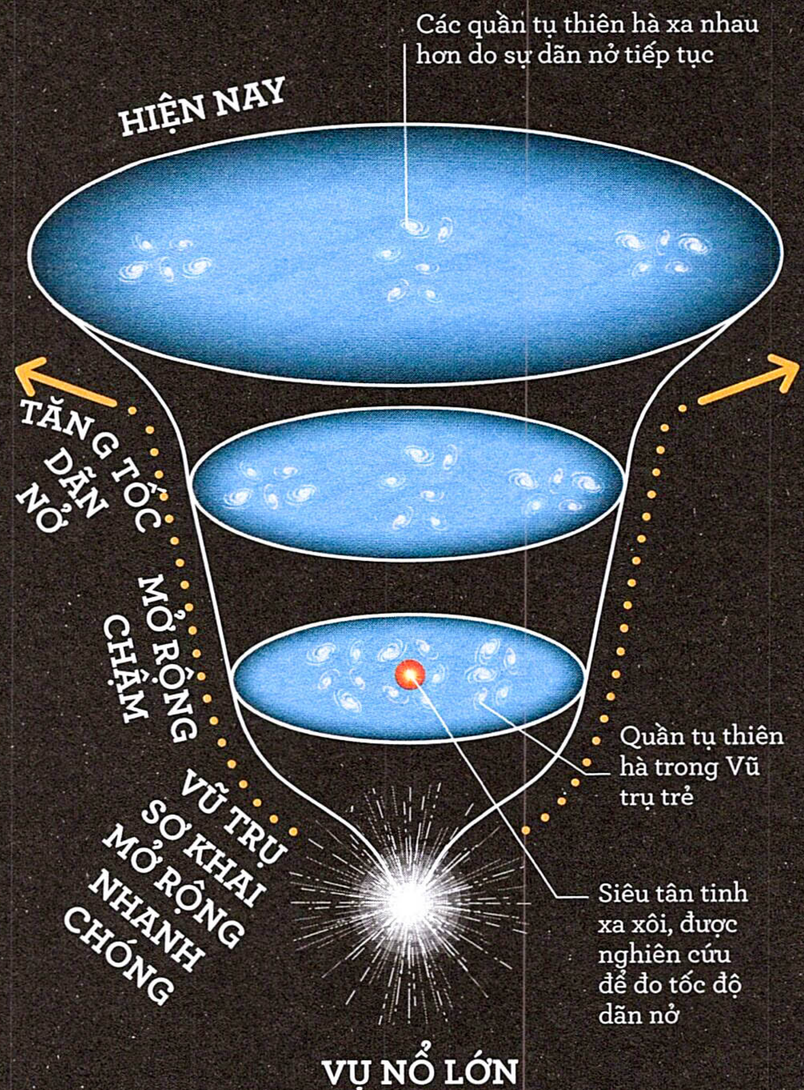
Bằng cách quan sát hiệu ứng thấu kính của khối vật chất tối, các nhà thiên văn học có thể xác định hình dạng của nó, giống như suy ra hình dạng của một gợn sóng trên mặt nước từ các biến dạng rõ ràng khi thả một viên sỏi xuống dưới lòng sông.

CÓ VẬT CHẤT TỐI NÀO TRÊN TRÁI ĐẤT KHÔNG?

Có thể. Theo một số ước tính, hàng tỷ hạt vật chất tối đi qua cơ thể chúng ta mỗi giây.

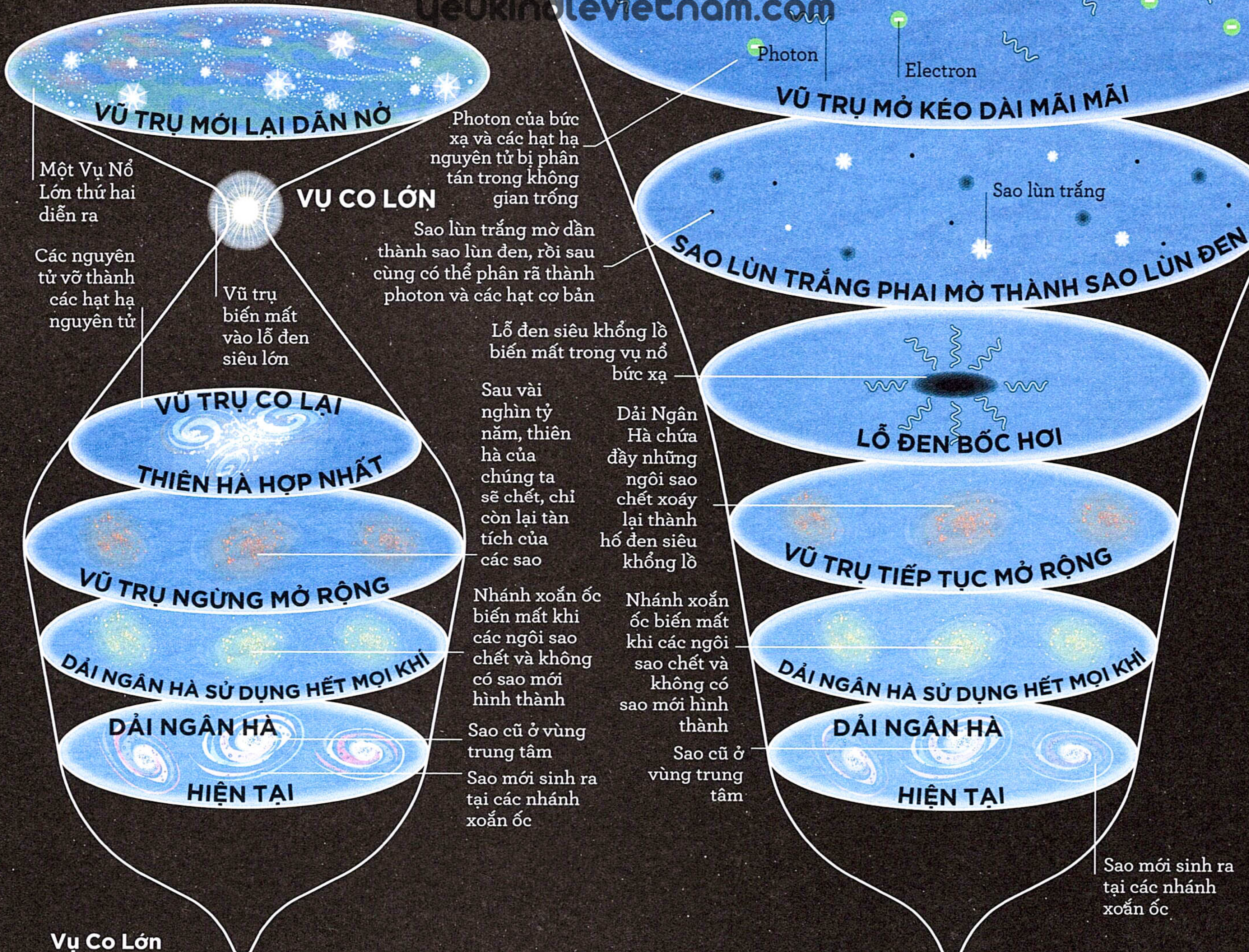
Năng lượng tối

Các phép đo khoảng cách đến những siêu tân tinh ở xa đã chỉ ra rằng sự dãn nở của Vũ trụ đang tăng tốc. Phát hiện này đã dẫn đến lý thuyết về năng lượng tối, một lực chống lại lực hấp dẫn, giúp giải thích cả tính bằng phẳng của Vũ trụ của chúng ta và sự dãn nở ngày một tăng của nó. Vật chất tối thống trị Vũ trụ sơ khai, nhưng giờ đây năng lượng tối mới là thứ thống trị, ảnh hưởng của nó ngày càng tăng khi Vũ trụ ngày càng lớn hơn.



Tăng tốc dãn nở

Sau Vụ Nổ Lớn, Vũ trụ ban đầu dãn nở cực nhanh, rồi dần chậm lại. Nhưng từ khoảng 7,5 tỷ năm trước, như thể hiện bằng hình đường cong mở rộng nhanh chóng, các vật thể di chuyển với tốc độ nhanh hơn do tác động của lực năng lượng tối.



Vụ Co Lớn

Một số nhà vũ trụ học tin rằng năng lượng tối sẽ suy yếu theo thời gian, cho phép lực hấp dẫn giành chiến thắng và khiến Vũ trụ ngừng mở rộng, rồi bắt đầu co lại. Trải qua hàng nghìn tỷ năm, các thiên hà sẽ va chạm và nhiệt độ Vũ trụ sẽ tăng lên, thậm chí sẽ thiêu rụi các ngôi sao. Các nguyên tử sẽ bị xé toạc và một lỗ đen khổng lồ sẽ nuốt chửng mọi thứ, kể cả chính nó. Một số người đưa ra giả thuyết rằng, khi các hạt va đập vào nhau, một Vụ Nổ Lớn thứ hai sẽ diễn ra – Vụ Nảy Lớn.

Vụ Đóng băng Lớn

Giả thuyết Vụ Đóng băng Lớn cho rằng Vũ trụ sẽ tiếp tục mở rộng cho đến khi năng lượng và vật chất được trải đều trên toàn Vũ trụ. Kết quả là, sẽ không có đủ năng lượng tập trung vào một nơi để tạo ra những ngôi sao mới. Nhiệt độ sẽ giảm xuống độ không tuyệt đối, các ngôi sao sẽ chết và Vũ trụ sẽ chìm trong bóng tối.

Vũ trụ kết thúc như thế nào?

Số phận cuối cùng của Vũ trụ vẫn là điều không chắc chắn. Liệu nó có sụp đổ và chấm dứt bằng một Vụ Nổ Lớn khác? Hay sẽ là một đoạn kết lạnh giá và thinh lặng? Một kết thúc bạo lực và vĩnh viễn? Hay mở rộng vô hạn? Đây vẫn là một chủ đề của suy đoán khoa học.

KHI NÀO VŨ TRỤ KẾT THÚC?

Trong hầu hết các kịch bản khả dĩ, đoạn kết của Vũ trụ sẽ không xảy ra trong hàng tỷ năm nữa. Tuy nhiên, về mặt lý thuyết, Thay Đổi Lớn có thể xảy ra bất cứ lúc nào.

HỆ MẶT TRỜI BỊ XÉ TOẠC

CÁC HÀNH TINH VÀ NGÔI SAO NỔ TUNG

CÁC NGUYÊN TỬ VỠ TAN

Tất cả các cấu trúc, từ các ngôi sao đến các nguyên tử, đều bị phá vỡ

DẢI NGÂN HÀ BỊ XÉ TOẠC

DẢI NGÂN HÀ

HIỆN TẠI

Khi sự dãn nở đạt đến tốc độ ánh sáng, năng lượng tối kéo các thiên hà ra xa nhau

Năng lượng tối khiến dãn nở vũ trụ tăng tốc

Trường Higgs đạt đến trạng thái thực của nó, thay thế vũ trụ của chúng ta bằng một vũ trụ thay thế

CHÂN KHÔNG THỰC

Bong bóng chân không thực mở rộng

Bong bóng chân không thực nổi lên

DẢI NGÂN HÀ

HIỆN TẠI

Vũ trụ không ở trong trạng thái thực của nó

CHÂN KHÔNG GIẢ

Vụ Xé Rách Lớn

Trong một kịch bản được gọi là Vụ Xé Rách Lớn, Vũ trụ cuối cùng sẽ tự xé toạc. Nếu không gian ở giữa các thiên hà chứa đầy năng lượng tối, đối kháng với tác động của lực hấp dẫn, Vũ trụ sẽ tiếp tục dãn nở với tốc độ ngày càng nhanh hơn, cuối cùng đạt đến tốc độ ánh sáng. Chẳng thể bị kiềm lại bởi lực hấp dẫn nữa, tất cả các vật chất trong Vũ trụ, bao gồm các thiên hà và lỗ đen, và thậm chí là không-thời gian sẽ bị xé rách.

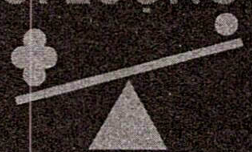
Vụ Thay Đổi Lớn

Lý thuyết Thay Đổi Lớn có liên quan đến hạt Higgs và trường Higgs – hơi giống trường điện từ ở khắp mọi nơi – vốn được cho là chưa đạt đến trạng thái năng lượng thấp nhất của nó, hay "chân không". Nếu nó đạt đến trạng thái chân không thực sự, trường Higgs về cơ bản có thể biến đổi vật chất, năng lượng và không-thời gian để tạo ra một vũ trụ thay thế lan ra như bong bóng với tốc độ ánh sáng. Mọi thứ trong Vũ trụ, ở dạng hiện tại, sẽ kết thúc.

Vũ trụ hiện tại của chúng ta

Vũ trụ đã không ngừng mở rộng kể từ khi nó hình thành gần 14 tỷ năm trước. Các thiên hà tiếp tục di chuyển ra xa nhau và các quan sát về siêu tân tinh xa xôi cho thấy sự dãn nở đang tăng tốc. Điều này ngụ ý về sự hiện diện của một lực có áp suất âm, được gọi là năng lượng tối (xem trang 206-207), đối kháng với lực hấp dẫn. Nếu lực này đóng một vai trò quan trọng, Vũ trụ mở rộng vô hạn là kịch bản khả dĩ cao nhất.

HẠT HIGGS CÓ KHỐI LƯỢNG GẤP KHOẢNG 130 LẦN KHỐI LƯỢNG CỦA PROTON, LÀM CHO NÓ RẤT KHÔNG ỔN ĐỊNH

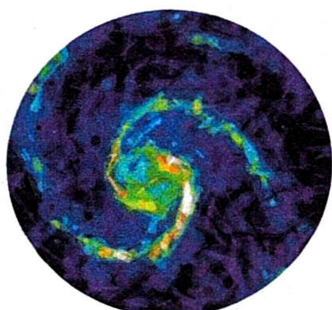


Quan sát Vũ trụ

Các nhà thiên văn học đã quan sát không gian ngay từ những ngày đầu, trước tiên là bằng mắt thường, và gần đây hơn, họ sử dụng các thiết bị tinh vi có thể phát hiện sóng ánh sáng từ những nơi xa nhất của không gian.



THIÊN HÀ XOẮN ỐC



Sóng vô tuyến

Các sóng dài nhất, sóng vô tuyến, được phát ra bởi nhiều vật thể, bao gồm cả Mặt Trời, các hành tinh, nhiều thiên hà và tinh vân. Phần lớn đều vượt qua bầu khí quyển và đến được bề mặt của Trái Đất.



Tia hồng ngoại

Tia hồng ngoại là năng lượng nhiệt, giống như hơi ấm mặt trời. Mọi thứ trong Vũ trụ đều tỏa ra một phần năng lượng của nó dưới dạng hồng ngoại. Hầu hết được hấp thụ bởi bầu khí quyển Trái Đất.



Ánh sáng khả kiến

Các nhà thiên văn học có thể nhìn thấy các vật thể phát ra ánh sáng khả kiến bằng kính viễn vọng ngay trên Trái Đất, nhưng hình ảnh rõ nét hơn nhiều được thu thập khi không có ô nhiễm ánh sáng và nhiễu sóng khí quyển.



Tia cực tím

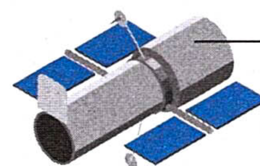
Mặt Trời và các ngôi sao phát ra tia cực tím (UV), phần lớn bị chặn bởi tầng ozone của Trái Đất. Nghiên cứu tia cực tím có thể cho chúng ta biết về cấu trúc và sự phát triển của các thiên hà.

Đi dọc quang phổ

Một vật thể phức tạp, giống như một thiên hà xoắn ốc, phát ra bức xạ với bước sóng bao phủ toàn bộ phổ. Để thu được càng nhiều thông tin càng tốt, các nhà thiên văn học nghiên cứu nó với một loạt các công cụ.



Tàu thăm dò WMAP đã đo bức xạ vi sóng, cho thấy thành phần của Vũ trụ sơ khai



Kính viễn vọng không gian Hubble đã chụp rất nhiều bức ảnh nổi tiếng của các ngôi sao tinh vân và thiên hà xa xôi, thu được tia hồng ngoại, tia khả kiến và tia cực tím

600 KM

Một số bức xạ cực tím từ Mặt Trời đi qua bầu khí quyển. Nó có thể tạo ra các tác động có hại như cháy nắng và ung thư da

Trong phổ khả kiến, ánh sáng màu đỏ có bước sóng dài nhất, trong khi ánh sáng màu tím có bước sóng ngắn nhất

10 KM

Kính viễn vọng vô tuyến tạo ra hình ảnh bằng cách lập biểu đồ các điểm sóng vô tuyến cường độ cao

Các đài quan sát và kính viễn vọng trên mặt đất có thể xem các vật thể trong không gian phát ra ánh sáng quang học hoặc khả kiến

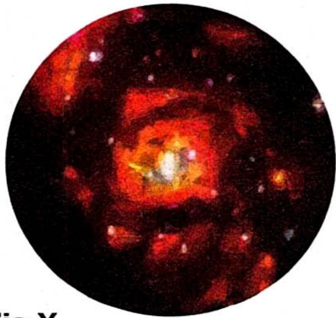
Bước sóng được đo từ đỉnh đến đỉnh

SÓNG VÔ TUYẾN · VI SÓNG · TIA HỒNG NGOẠI · TIA KHẢ KIẾN · TIA CỰC TÍM



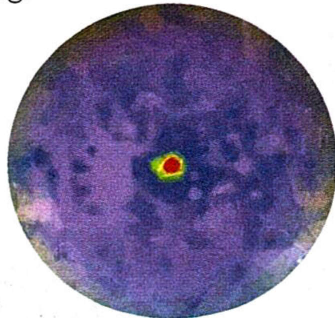
Quan sát ánh sáng

Phổ điện từ là một dải liên tục gồm các loại bức xạ có bước sóng khác nhau, tất cả có thể được mô tả như các dạng ánh sáng. Nó bao gồm ánh sáng khả kiến, mà mắt người có thể nhìn thấy như các màu sắc, tùy thuộc vào bước sóng của chúng, nhưng cũng có nhiều dạng khác mà mắt người không nhìn thấy được, chẳng hạn như sóng vô tuyến và tia X. Mỗi loại bức xạ sẽ đi xuyên không gian với tốc độ ánh sáng.



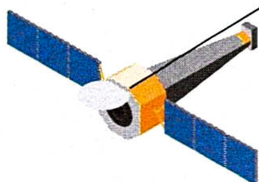
Tia X

Tia X được phát ra từ các lỗ đen, sao neutron, hệ sao đôi, tàn dư siêu tân tinh, Mặt Trời và các ngôi sao khác, cùng một số sao chổi. Hầu hết bị chặn bởi bầu khí quyển Trái Đất.



Tia Gamma

Các sóng nhỏ nhất và mạnh nhất, tia gamma, được tạo ra bởi các sao neutron, sao xung, vụ nổ siêu tân tinh và các khu vực xung quanh các lỗ đen.



Đài quan sát tia X Chandra có tám gương để tập trung tia X tới vào một điểm để các dụng cụ khác chụp được hình ảnh sắc nét



Kính thiên văn vũ trụ tia gamma Fermi có các tháp bằng tấm kim loại và silic để phát hiện tia gamma



Phổ học

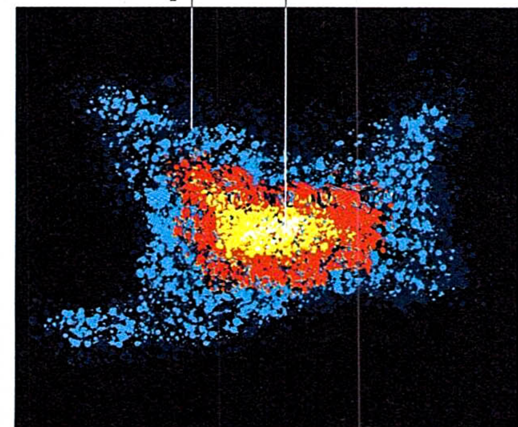
Các nguyên tử của một nguyên tố phát ra ánh sáng với bước sóng cụ thể khi được nung nóng. Trong một kỹ thuật gọi là phổ học, ánh sáng từ một vật thể được phân tách bằng lăng kính, sau đó mô hình bước sóng, hay quang phổ, thu được sẽ được nghiên cứu để xem loại nguyên tử nào có trong vật thể. Đây là cách các nhà khoa học có thể xác định những vật thể ở xa được cấu tạo từ gì.

PHỔ PHÁT XẠ CỦA NEON



ẢNH MÀU GIẢ

Mắt chúng ta chỉ có thể phát hiện ánh sáng trong một phần hẹp của quang phổ. Để tạo ra hình ảnh sử dụng bức xạ ở ngoài phạm vi đó, các nhà thiên văn sử dụng màu sắc mà chúng ta có thể nhìn thấy để thể hiện các mức cường độ bức xạ khác nhau. Kỹ thuật này được gọi là ảnh màu giả.



TINH VÂN TRONG TIA CỰC TÍM

Phải chăng chúng ta đơn độc?

Con người đã tìm thấy hàng nghìn hành tinh ngoài Hệ Mặt Trời, hay ngoại hành tinh (exoplanet). Chúng ta cũng có thể tính toán rằng phải có hàng chục tỷ hành tinh có thể sinh sống được trong thiên hà của mình. Vậy liệu có thể tìm thấy sự sống ở một thế giới khác?

Đi tìm một Trái Đất khác

Một cách giúp các nhà thiên văn học phát hiện các ngoại hành tinh là tìm kiếm tác động nhỏ mà chúng có thể có trên các ngôi sao của mình. Nếu ta tìm thấy một hành tinh có kích thước và khoảng cách đến ngôi sao của nó tương tự Trái Đất, chúng ta có thể phân tích bầu khí quyển của nó để biết liệu các nguyên tố cần thiết cho sự sống có tồn tại hay không. Rất nhiều ngoại hành tinh được phát hiện lại chẳng có gì giống với Trái Đất cả.

Vùng Goldilocks

Một vùng có thể sinh sống được gọi là vùng Goldilocks – theo câu chuyện cổ tích về cô bé Goldilocks thích bát cháo không quá nóng cũng không quá lạnh, mà phải "vừa đúng". Một hành tinh Goldilocks sẽ có nhiệt độ phù hợp để duy trì bề mặt nước lỏng, mặc dù để sự sống phát triển, các tiêu chí khác cũng phải được đáp ứng (xem bên dưới). Tuy nhiên, hiện nay người ta cho rằng một lượng lớn bề mặt nước lỏng có thể tồn tại bên ngoài các khu vực này.

HÀNH TINH KHÍ KHỔNG LỒ NÓNG

Một số ngoại hành tinh là hành tinh khí khổng lồ, như Sao Mộc, có quỹ đạo rất gần với các ngôi sao của chúng, tạo ra thời tiết khắc nghiệt trong khí quyển của chúng.

THẾ GIỚI DUNG NHAM

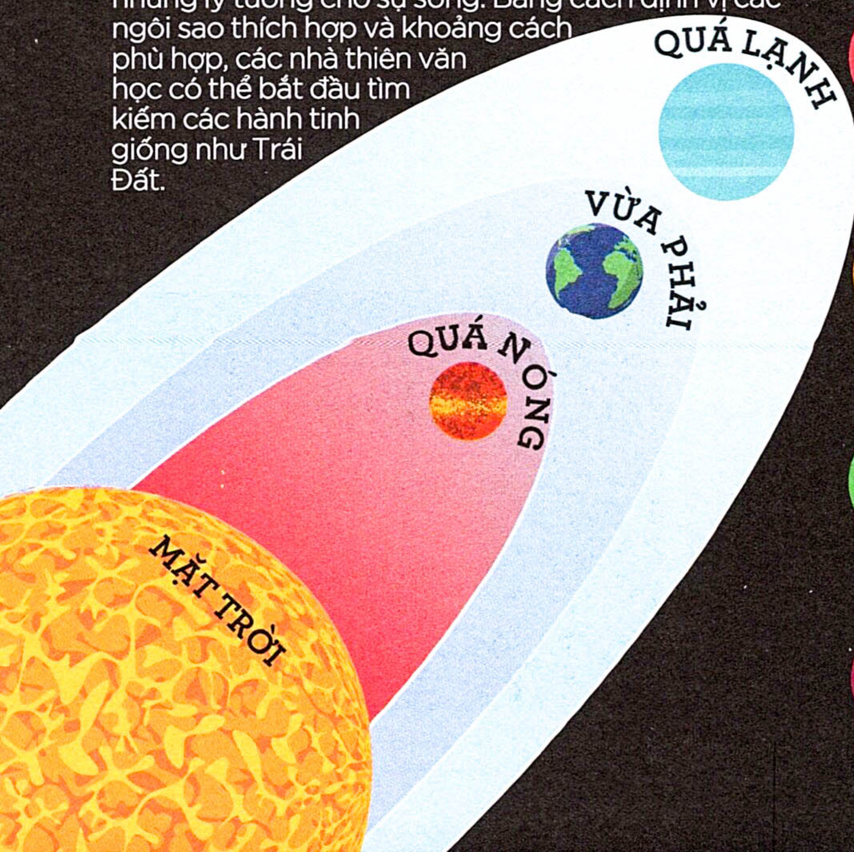
Có những ngoại hành tinh với bề mặt dung nham sôi sục, vì chúng là những hành tinh mới hình thành đang còn rất nóng, ở gần với các ngôi sao của chúng hoặc đã trải qua một vụ va chạm lớn.

THẾ GIỚI BĂNG GIÁ

Đây là phiên bản lớn hơn của các mặt trăng đóng băng trong Hệ Mặt Trời của chúng ta, những hành tinh kỳ lạ này có bề mặt băng giá gồm nước, amonia và methan.

Vùng có thể sinh sống

Khoảng cách từ một vùng có thể sinh sống đến một ngôi sao là không quá gần, cũng không quá xa, nhưng lý tưởng cho sự sống. Bằng cách định vị các ngôi sao thích hợp và khoảng cách phù hợp, các nhà thiên văn học có thể bắt đầu tìm kiếm các hành tinh giống như Trái Đất.



Điều gì khiến một hành tinh "có thể ở được"?

Có một vài tiêu chí để một hành tinh phù hợp cho sự phát triển của sự sống. Nhiệt độ và nước chính là chìa khóa.



Nhiệt độ phù hợp: Nhiệt độ bề mặt vừa phải là điều cần thiết. Ở quá gần một ngôi sao, hành tinh sẽ sôi sục; ở quá xa và nó sẽ đóng băng.



Nguồn sáng ổn định: Ngôi sao gần nhất phải duy trì sự ổn định và tỏa sáng đủ lâu để sự sống phát triển trên một hành tinh đá.



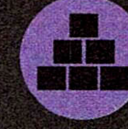
Quay và nghiêng: Một hành tinh quay, với trục quay nghiêng, có ngày và đêm, cũng như các mùa khác nhau trong năm, để nhiệt độ khu vực không lên tới mức cực đoan.



Lõi nóng chảy: Một hành tinh có lõi nóng chảy có khả năng tạo ra từ trường để bảo vệ mầm sống khỏi bức xạ không gian.



Bề mặt nước: Phải có nước lỏng ở bề mặt hoặc có độ ẩm cao (hoặc sự tồn tại của một chất lỏng khác với chức năng tương tự).



Các nguyên tố: Các khối xây dựng sự sống, như carbon, nitơ, oxy, hydro và lưu huỳnh, phải tồn tại trên hành tinh.



Khí quyển: Khí quyển dày đặc sẽ bảo vệ chống lại phóng xạ, ngăn chặn sự thoát khí và giữ ấm.



Khối lượng đủ lớn: Một hành tinh có khối lượng đủ lớn sẽ tạo ra lực hấp dẫn cần thiết để giữ lại bầu khí quyển của nó.



Tìm kiếm sự sống bậc cao

Một cách để phát hiện sự sống là lắng nghe nó. SETI (Search For Extraterrestrial Intelligence, chương trình Tìm kiếm Sinh vật Thông minh Ngoài Hành tinh) là một tổ chức tìm kiếm các tín hiệu vô tuyến hoặc tín hiệu quang học biểu thị sự sống tiến hóa bậc cao bên ngoài Trái Đất. Kính viễn vọng vô tuyến tìm kiếm các tín hiệu vô tuyến băng hẹp đến từ những nguồn nhân tạo. Các nhà khoa học cũng cố gắng tìm kiếm những tia sáng rất ngắn, chỉ tồn tại trong vài nano giây. Cho đến nay chưa phát hiện được dấu hiệu có thể xác minh nào.

SETI

Hệ thống Kính viễn vọng Allen đặt tại California của SETI hướng vào các khu vực cụ thể trên bầu trời, dựa trên dữ liệu được thu thập bởi Kính thiên văn vũ trụ Kepler, chuyên săn lùng các ngoại hành tinh.



Phương trình Drake

Được đề xuất bởi nhà thiên văn học Frank Drake vào năm 1961, phương trình này được sử dụng để ước tính số lượng các nền văn minh đưa ra tín hiệu giao tiếp có thể tồn tại trong thiên hà của chúng ta.

CHÚ THÍCH

- (xanh) Ước tính của Drake vào năm 1961
- (tím) Ước tính gần đây

$$N = R^{*} \times f_p \times n_e \times f_l \times f_i \times f_c \times L$$

Ký hiệu	Ý nghĩa	Ước tính của Drake vào năm 1961	Ước tính gần đây
N	Số lượng nền văn minh trong ngân hà gửi đi tín hiệu liên lạc	500	2.100
R^{*}	Tốc độ hình thành sao mỗi năm trong thiên hà của chúng ta	10	7
f_p	Tỷ lệ sao có hệ hành tinh	0,5	1
n_e	Số hành tinh có hỗ trợ sự sống trung bình trên một hệ hành tinh	1	3
f_l	Tỷ lệ hành tinh như vậy có sự sống phát triển	0,1	0,1
f_i	Tỷ lệ hành tinh như vậy có xuất hiện sinh vật thông minh	0,1	0,1
f_c	Tỷ lệ nền văn minh có công nghệ tín hiệu không gian	1,0	1,0
L	Khoảng thời gian tồn tại trung bình của một nền văn minh có khả năng phát tín hiệu không gian (tính bằng năm)	10.000	10.000

Mọi người đâu cả rồi?

Có hàng tỷ hành tinh có khả năng tồn tại sự sống, và kể từ khi Dải Ngân Hà hình thành, đã đủ thời gian trôi qua để một nền văn minh bậc cao xuất hiện nơi đây. Vậy tại sao không một ai liên hệ với chúng ta? Trên thực tế, có lẽ sự sống hiếm đến nỗi con người chúng ta quả thật là những kẻ đơn độc trong Vũ trụ.





Nghịch lý Fermi

Nhà vật lý Enrico Fermi đã nhấn mạnh mâu thuẫn giữa xác suất cao của việc có các nền văn minh ngoài Trái Đất với sự thiếu hụt bằng chứng chứng minh cho sự tồn tại của chúng.

Chúng ta ở quá xa
Khi Vũ trụ dãn nở, vị trí của chúng ta có thể đã trở nên quá xa trong không gian hoặc thời gian.

Chúng ta không lắng nghe
Chúng ta có thể đã không lắng nghe đúng thứ cần nghe, hoặc nghe không đủ lâu, vì người ngoài hành tinh có thể giao tiếp theo những cách không thể tưởng tượng được.

Sự sống thông minh tự hủy hoại chính mình
Có thể các nền văn minh sẽ tự hủy hoại khi đạt đến một điểm nhất định – hoặc chúng sẽ tiêu diệt các nền văn minh bậc cao khác.

Chúng ta không thể phát hiện sự sống
Các nền văn minh khác đang giấu mình, hoặc họ thiếu loại công nghệ tiên tiến cần thiết để liên lạc với chúng ta.

Chúng ta đã bị ngó lơ
Người ngoài hành tinh có thể chọn không tiếp cận với chúng ta, có lẽ vì họ cảm thấy điều đó sẽ không có lợi cho chúng ta hoặc cho họ.

Chúng ta không nhận ra sự sống thông minh khi nhìn thấy nó
Cuộc sống ngoài hành tinh này khác đến mức chúng ta có thể không xác định được chúng, ngay cả khi chúng sờ sờ trước mắt.



SỰ TỒN TẠI CỦA HƠN 3.500 NGOẠI HÀNH TINH ĐÃ ĐƯỢC XÁC NHẬN

Chuyến bay không gian

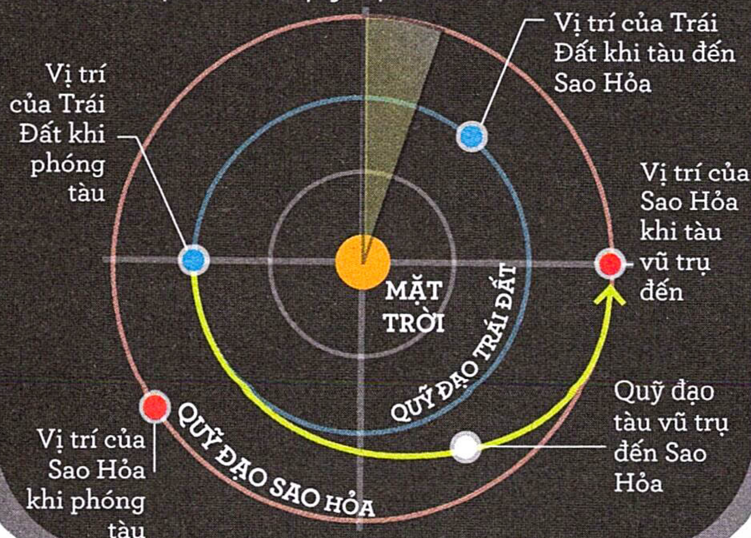
Tất cả các tàu vũ trụ đều là những vật chuyển động đạn đạo, bắn ra sau một cú nổ nhiên liệu ban đầu. Chúng rơi tự do, hoàn toàn phụ thuộc vào lực hấp dẫn từ các thiên thể lớn, mặc dù một số tàu có thể điều chỉnh hướng đi của mình đôi chút nhờ các tên lửa lái nhỏ.

Rơi tự do trong không gian

Sau khi được phóng từ Trái Đất, một con tàu vũ trụ không bay lên mà rơi xuống. Các phi hành gia trong không gian vẫn chịu ảnh hưởng của lực hấp dẫn – từ Trái Đất hoặc Mặt Trời – nhưng họ sẽ trải nghiệm tình trạng không trọng lượng khi tàu vũ trụ rơi xung quanh những hành tinh này. Một tàu vũ trụ bay quanh Trái Đất, nhưng va chạm sẽ không bao giờ xảy ra vì vận tốc về phía trước của con tàu, kết hợp với lực hấp dẫn, tạo ra một quỹ đạo cong, theo đường cong Trái Đất.

Đến thăm Sao Hỏa

Ngược với trực giác thông thường, việc du hành tới Sao Hỏa sẽ hiệu quả hơn khi hành tinh này ở xa nhất, tức là ở phía "đối diện", khi Mặt Trời nằm giữa Sao Hỏa và Trái Đất. Đó là vì cách dễ nhất là đi dọc một hình elip theo đường cong của quỹ đạo Trái Đất ở một đầu và quỹ đạo Sao Hỏa ở đầu kia.



VOYAGER 2 ĐÃ SỬ DỤNG **LỰC HẤP DẪN CỦA SAO HẢI VƯƠNG** ĐỂ GIẢM TỐC VÀ CHỤP ẢNH **MẶT TRĂNG TRITON CỦA HÀNH TINH NÀY**



Vận tốc thoát ly

Một vật thể được bắn với vận tốc đủ lớn có thể thoát khỏi trường lực hấp dẫn của Trái Đất và đi theo một đường cong mở vào không gian, rồi rơi xung quanh một thiên thể khác. Quỹ đạo và vận tốc phóng ban đầu của tàu vũ trụ giữ vai trò rất quan trọng. Thật vậy, nếu một phi thuyền được phóng lên Mặt Trăng với vận tốc quá lớn, nó có thể không kịp giảm tốc khi đến nơi, vì lực hấp dẫn yếu của Mặt Trăng sẽ không đủ để ngăn nó bay qua.





3 Rời khỏi quỹ đạo Trái Đất

Chỉ cần một lực đẩy vừa đúng khi phóng đi, một tàu vũ trụ có thể thoát khỏi lực hấp dẫn của Trái Đất và đi theo một quỹ đạo cong hướng nó theo hướng tiếp cận có kiểm soát với Mặt Trăng.

TRÁI ĐẤT

MẶT TRĂNG

QUỸ ĐẠO TRÁI ĐẤT

2 Đến quỹ đạo Trái Đất

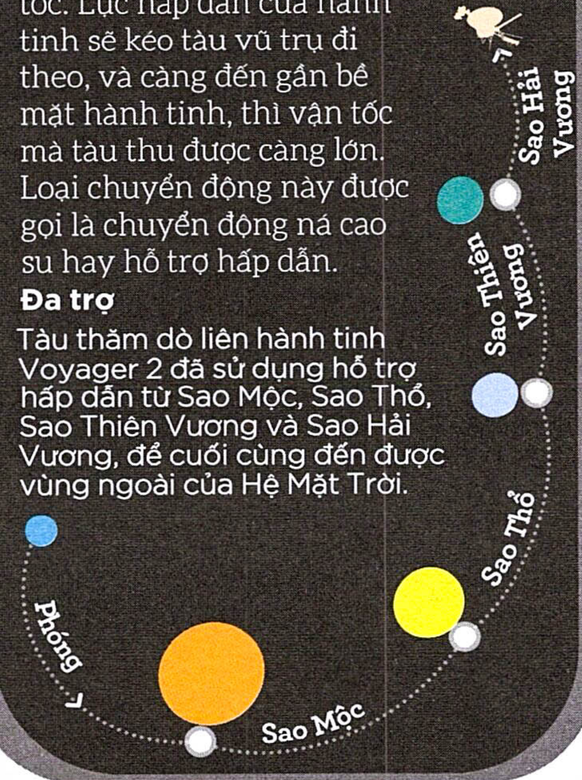
Một tàu vũ trụ được phóng với tốc độ vừa đủ sẽ đạt được một quỹ đạo đưa nó bay quanh Trái Đất. Nó duy trì vị trí của mình bằng cách đạt tốc độ quỹ đạo cân bằng với lực hấp dẫn của Trái Đất.

Hỗ trợ hấp dẫn

Một tàu du hành trong không gian có thể tiết kiệm thời gian và nhiên liệu bằng cách sử dụng quỹ đạo quay quanh một hành tinh để thay đổi hướng, tăng tốc hoặc giảm tốc. Lực hấp dẫn của hành tinh sẽ kéo tàu vũ trụ đi theo, và càng đến gần bề mặt hành tinh, thì vận tốc mà tàu thu được càng lớn. Loại chuyển động này được gọi là chuyển động ná cao su hay hỗ trợ hấp dẫn.

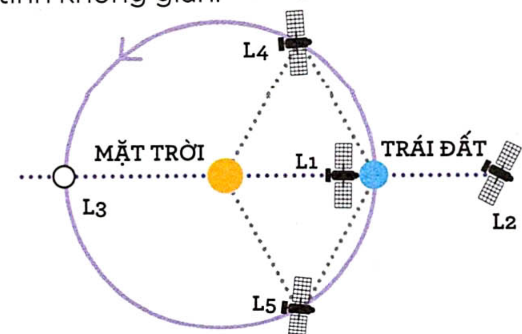
Đa trợ

Tàu thăm dò liên hành tinh Voyager 2 đã sử dụng hỗ trợ hấp dẫn từ Sao Mộc, Sao Thổ, Sao Thiên Vương và Sao Hải Vương, để cuối cùng đến được vùng ngoài của Hệ Mặt Trời.



NEO ĐẬU TRONG KHÔNG GIAN

Năm điểm Lagrange (L1–L5) là các điểm trong không gian mà tại đó một vật nhỏ có thể giữ vị trí ổn định so với hai vật thể lớn, nhờ vào lực hấp dẫn chung của hai vật thể lớn. Ví dụ, một vật thể tại L1 được kéo bởi lực bằng nhau về phía cả Mặt Trời và Trái Đất. Những vị trí này là khá tốt để "đậu" vệ tinh không gian.



Sống trong không gian

Không gian là một môi trường "thù địch" và kỳ lạ. Ngoài việc du hành trong chân không, hoàn toàn không có khí quyển bảo vệ ta khỏi bức xạ, các phi hành gia còn phải đối mặt với tình trạng không trọng lượng do rơi tự do. Ngay cả các hằng số, chẳng hạn như thời gian, cũng chẳng hề như ta tưởng tượng.



Lửa

Vì không khí nóng không bốc lên trong không gian, lửa sẽ cháy theo hình cầu. Trong trường hợp hỏa hoạn, các phi hành gia phải nhanh chóng điều chỉnh hệ thống thông gió và sử dụng bình chữa cháy.

Thế giới không trọng lượng

Các phi hành gia và mọi thứ trong tàu vũ trụ của họ luôn ở trong trạng thái rơi tự do liên tục – hoặc "rơi" tự do quanh Trái Đất, hoặc rơi tự do quanh Mặt Trời trong một quỹ đạo lớn hơn. Trong trạng thái không trọng lượng, cơ thể con người phải chịu vô số căng thẳng (xem trang 218-219) và vật chất cũng hoạt động rất lạ lùng – ví dụ, nước không chảy và khí nóng không bay lên. Do đó, việc giữ cho các phi hành gia trên một con tàu vũ trụ an toàn và khỏe mạnh cần đến sự chuẩn bị kỹ lưỡng, cũng như đòi hỏi sự thích nghi đáng kể với môi trường và hành vi mới.



Lực hấp dẫn vi mô

Các phi hành gia di chuyển quanh tàu vũ trụ bằng cách đẩy nhẹ vào bề mặt các vật. Trạm Vũ trụ Quốc tế (ISS) được trang bị chỗ giữ chân và dây bảo hiểm để các phi hành gia dễ dàng ổn định vị trí.

MÔI TRƯỜNG KHÔNG TRỌNG LƯỢNG

Túi ngủ có dây đai cho đầu và cổ

Chốt nắm tay hoặc chân

NGỦ



Cuộc sống trong không gian

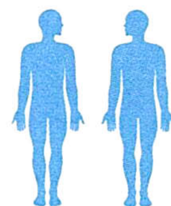
Các hoạt động hằng ngày trên tàu vũ trụ có thể cực kỳ phức tạp, nhưng các phi hành gia buộc phải duy trì các thói quen hằng ngày tương tự như khi ở Trái Đất để giữ gìn sức khỏe cả thể chất lẫn tinh thần.

Nhà vệ sinh trong không gian

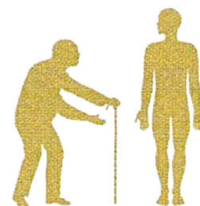
Nhà vệ sinh trong không gian sử dụng cốc hút chân không và tái chế nước tiểu thành nước uống. Phân được lưu trữ lại, thay vì thải đi, để nó không trở thành một vật phóng trong không gian.

NGHỊCH LÝ CẶP SINH ĐÔI

Trong câu đố này, một người trong cặp sinh đôi rời khỏi Trái Đất, rồi sau khi di chuyển gần với tốc độ ánh sáng hoặc gần trường hấp dẫn mạnh, người ấy trở về nhà và thấy người anh em sinh đôi của mình đã già đi nhanh hơn. Thuyết tương đối hẹp (xem trang 140-141) giải thích cách mà người du hành vũ trụ trải nghiệm thời gian chậm hơn so với người anh em song sinh.



TRƯỚC HÀNH TRÌNH KHÔNG GIAN



SAU HÀNH TRÌNH KHÔNG GIAN



Giấc ngủ trong không gian

Không có lực hấp dẫn thì cũng không có cảm giác nằm xuống. Các phi hành gia buộc mình trong túi ngủ và cố định cánh tay của họ. Đầu của phi hành gia cũng có thể được buộc xuống để giảm lực căng lên cổ.





Không khí không di chuyển

Không có sự thông gió, không khí không lưu thông, cho phép carbon dioxide tập trung quanh đầu và không khí nóng quanh cơ thể. Mồ hôi không bốc hơi.



Nước

Nước không chảy mà đông lại thành dạng cầu do sức căng bề mặt. Các phi hành gia phải tắm khô và dùng khăn mặt để rửa. Họ uống nước bằng ống hút hoặc cốc được thiết kế đặc biệt.

CHÚNG TA CÓ THỂ SỐNG TRONG KHÔNG GIAN TRONG BAO LÂU?

Con người vẫn đang đi tìm giới hạn của mình. Kỷ lục gia hiện tại, nhà du hành vũ trụ người Nga, Valeri Polyakov, đã ở trên Trạm Vũ trụ Mir trong 437 ngày vào năm 1994-1995.



Thức ăn

Các phi hành gia thêm chất lỏng vào thực phẩm mất nước để biến chúng thành thực phẩm ăn được. Khay đựng thức ăn và muỗng nĩa cũng được buộc vào lòng, còn sức căng bề mặt của thực phẩm giúp nó dính vào khay và không lơ lửng xung quanh.



MỘT PHI HÀNH GIA CÓ THỂ CAO THÊM ĐẾN 3% KHI SỐNG TRONG KHÔNG GIAN

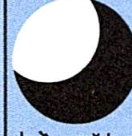
Bức xạ trong không gian

Bức xạ bao gồm các hạt tích điện và sóng điện từ truyền trong không gian. Trên Trái Đất, khí quyển đã bảo vệ chúng ta khỏi hầu hết những thứ này, nhưng khi các phi hành gia vượt ra ngoài quỹ đạo Trái Đất tầm thấp, bức xạ bắt đầu trở nên nguy hiểm nghiêm trọng. Bức xạ có thể bị ion hóa hoặc không ion hóa. Bức xạ ion hóa có thể tước electron khỏi nguyên tử, từ đó khiến các tế bào chết hoặc mất khả năng sinh sản, hoặc gây đột biến.



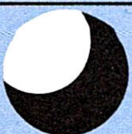
Bức xạ tại Trái Đất

Dạng bức xạ ion hóa này gây ra bởi các hạt tích điện bị mắc kẹt trong từ trường Trái Đất. Khu vực chứa bức xạ bị mắc kẹt trên quỹ đạo Trái Đất tầm thấp được gọi là Vành đai Bức xạ Van Allen.



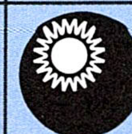
Bức xạ hạt mặt trời

Bức xạ ion hóa này xuất hiện khi Mặt Trời giải phóng các hạt đầy năng lượng từ bề mặt của nó. Có thể chống lại bức xạ này bằng cách phủ vật liệu che chắn lên đồ bảo hộ cho phi hành gia và thiết bị của họ.



Tia cực tím

Bức xạ tia cực tím (UV) thuộc loại không ion hóa: mặc dù các hạt truyền năng lượng cho các nguyên tử, chúng không tước đi các electron. Có thể dễ dàng chặn tia UV bằng cách đeo kính phản quang và mặc đồ mờ đục bên ngoài tàu vũ trụ.

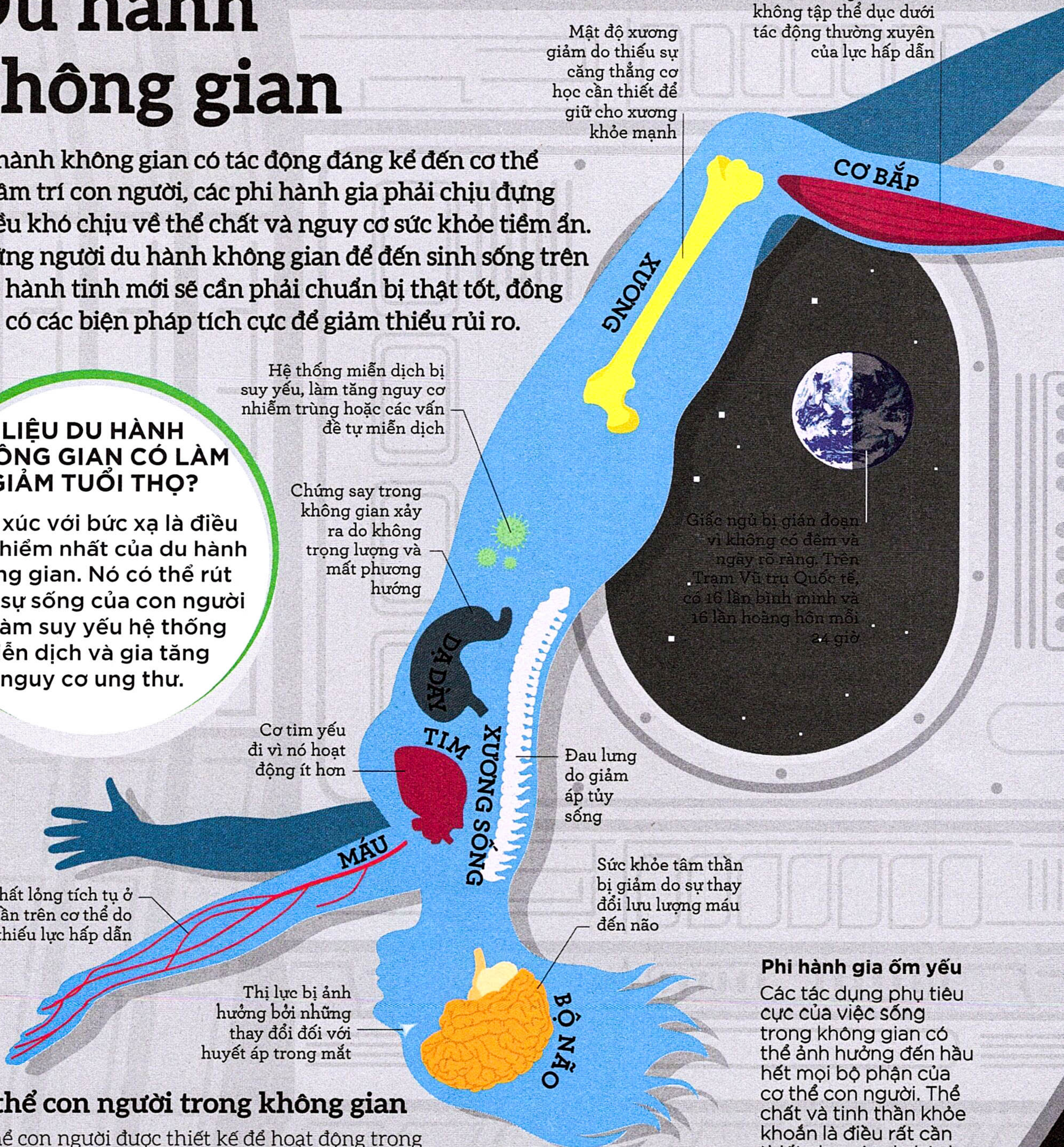


Bức xạ thiên hà

Bức xạ ion hóa này bao gồm các tia vũ trụ – chùm các hạt tích điện năng lượng cao được cho là đến từ siêu tân tinh, và bức xạ điện từ năng lượng cao như tia X từ các thiên thể như sao neutron. Một lớp che chắn dày là cần thiết để bảo vệ chống lại những bức xạ này.

Du hành không gian

Du hành không gian có tác động đáng kể đến cơ thể và tâm trí con người, các phi hành gia phải chịu đựng nhiều khó chịu về thể chất và nguy cơ sức khỏe tiềm ẩn. Những người du hành không gian để đến sinh sống trên một hành tinh mới sẽ cần phải chuẩn bị thật tốt, đồng thời có các biện pháp tích cực để giảm thiểu rủi ro.



LIỆU DU HÀNH KHÔNG GIAN CÓ LÀM GIẢM TUỔI THỌ?

Tiếp xúc với bức xạ là điều nguy hiểm nhất của du hành không gian. Nó có thể rút ngắn sự sống của con người do làm suy yếu hệ thống miễn dịch và gia tăng nguy cơ ung thư.

Cơ thể con người trong không gian

Cơ thể con người được thiết kế để hoạt động trong trường lực hấp dẫn của Trái Đất, do đó, tình trạng không trọng lượng sẽ ảnh hưởng đáng kể lên chúng ta. Việc thiếu lực căng thể chất và không tập thể dục dẫn đến suy giảm mật độ xương và mất cơ nhanh chóng, đồng thời giảm hiệu suất tim mạch. Không có lực hấp dẫn, chất lỏng dồn vào phần trên cơ thể, có thể gây ra các vấn đề về mắt và ảnh hưởng đến huyết áp.

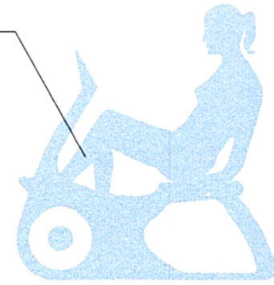
Phi hành gia ốm yếu

Các tác dụng phụ tiêu cực của việc sống trong không gian có thể ảnh hưởng đến hầu hết mọi bộ phận của cơ thể con người. Thể chất và tinh thần khỏe khoắn là điều rất cần thiết cho các du hành gia tương lai.



GIẢM THIỂU TÁC ĐỘNG TIÊU CỰC

Tập thể dục là rất quan trọng trong việc duy trì mật độ xương và khối lượng cơ bắp, vì vậy các phi hành gia tập luyện tận hai giờ mỗi ngày trong không gian. Họ tuân theo chương trình tập luyện tăng sức mạnh với dây chun và buộc mình vào máy đạp xe và chạy bộ để tập tim mạch. Các phi hành gia chủ yếu tập thể dục cho phần thân dưới, vì phần này xấu đi nhanh nhất trong điều kiện lực hấp dẫn thấp.



Làm thế nào để con người có thể sinh sống trên Sao Hỏa?

Sao Hỏa nằm trong tầm tay: chúng ta có thể di chuyển trực tiếp tới đó trong các tàu vũ trụ tương đối nhỏ, bằng cách sử dụng cùng thứ công nghệ từng đưa con người lên Mặt Trăng. Mặc dù việc tự cung tự cấp hoàn toàn trên Sao Hỏa còn khá xa, nhưng những cư dân đầu tiên vẫn có thể sống ở vùng đất này đến một mức độ nào đó, thậm chí sau đó còn có thể sản xuất các mặt hàng để trao đổi thương mại với Trái Đất.





Khai thác nước

Nước trên Sao Hỏa rất dồi dào nhưng chúng bị đóng băng trong các đồng băng và chứa trong lòng đất. Nước ở Sao Hỏa có thể được chiết xuất bằng cách làm nóng đất; ngoài ra, nước muối cô đặc hoặc nước được làm nóng nhờ năng lượng địa nhiệt cũng có thể được tìm thấy dưới lòng đất.



Chuẩn bị

Một tàu không người lái được gửi đến Sao Hỏa có thể triển khai lò phản ứng hạt nhân để tạo ra phản ứng giữa carbon dioxide trong không khí Sao Hỏa với hydro từ Trái Đất, để tạo ra khí methan làm nhiên liệu. Sản phẩm phụ là nước, có thể được lưu trữ, hoặc phân tách thành hydro và oxy.



Nuôi trồng thực phẩm

Đất Sao Hỏa rất màu mỡ. Cây trồng trong mái vòm có thể được cung cấp nước và carbon dioxide. Thực vật sẽ sản xuất oxy, trong khi nhóm thực vật không ăn được có thể được sử dụng làm phân bón.



Lên đường

Đường bay ngắn nhất tới Sao Hỏa sẽ đưa tàu vũ trụ tới đó sau 180 ngày. Phi hành đoàn sẽ ở lại trên Sao Hỏa trong một năm rưỡi trước khi có khoảng thời gian thích hợp để tàu khởi động cho chuyến trở về. Tàu vũ trụ sẽ hạ cánh trong một khu vực có khả năng có chứa nước.



Gạch xây dựng

Những căn nhà đầu tiên có thể được dựng lên từ các kén kim loại và nhựa liên kết, được tàu vũ trụ vận chuyển đến Sao Hỏa. Sau đó, các tòa nhà có thể được xây từ gạch, vì đất Sao Hỏa khá lý tưởng để làm gạch và vữa.



Địa khai hóa Sao Hỏa

Sao Hỏa lạnh và khô nhưng hành tinh này có các yếu tố cần thiết để hỗ trợ sự sống. Bầu khí quyển ban đầu của nó có thể được xây dựng bằng cách tăng mức độ carbon dioxide, tạo ra hiệu ứng nhà kính làm tăng nhiệt độ.

PHẢI MẤT **900 NĂM** ĐỂ LÀM CHO BẦU KHÔNG KHÍ SAO HỎA TRỞ NÊN **HOÀN TOÀN CÓ THỂ THỞ ĐƯỢC**



TRÁI ĐẤT

Bên trong Trái Đất

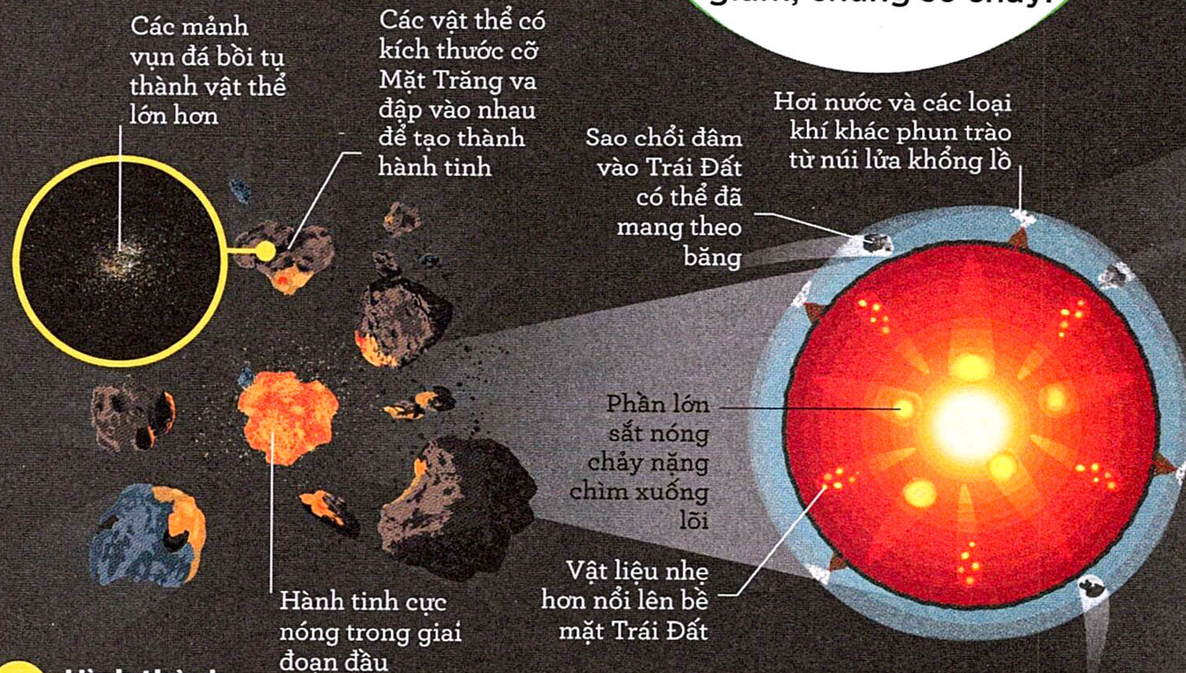
Trái Đất là một trong bốn hành tinh đá nhỏ có quỹ đạo gần Mặt Trời. Được hình thành bởi lực hấp dẫn, nó phát triển thành một thế giới đa tầng, năng động, với lõi cực nóng, lớp vỏ đá mát, đại dương nước lỏng và bầu không khí thoáng đãng.

LÀM THẾ NÀO ĐÁ NÓNG VẪN CÓ THỂ Ở THỂ RẮN?

Đá bên trong Trái Đất nóng hơn nhiều so với dung nham núi lửa nóng chảy. Nhưng chúng nằm dưới áp lực siêu mạnh, giữ cho hầu hết chúng ở thể rắn. Nếu áp suất giảm, chúng sẽ chảy.

Trái Đất hình thành như thế nào?

Khi Mặt Trời hình thành khoảng 4,6 tỷ năm trước, nó được bao quanh bởi một đám mây hình đĩa gồm các mảnh vụn đá và băng giá. Bị hút vào nhau bởi lực hấp dẫn, các mảnh trôi dạt vào nhau – một quá trình gọi là bồi tụ – để tạo thành các khối lớn hơn; cuối cùng chúng phát triển thành Trái Đất và các hành tinh khác trong Hệ Mặt Trời. Lượng nhiệt dữ dội tạo ra trong quá trình này đã trở thành nguyên nhân đứng sau cấu trúc lớp của Trái Đất.



1 Hình thành

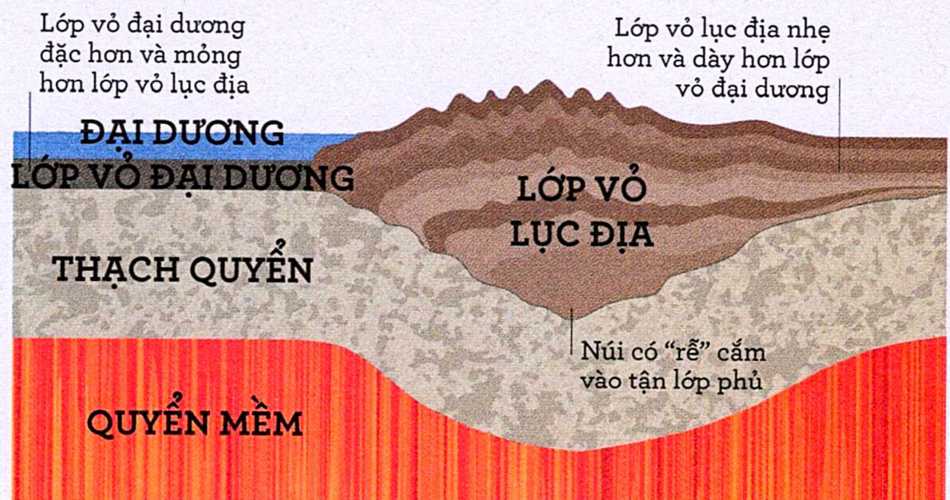
Mỗi vật thể vật lý đều có lực hấp dẫn đối với các vật thể khác. Các vật thể lớn hình thành nên Trái Đất đã bị hút vào nhau với lực mạnh đến mức năng lượng tương tác của chúng chuyển thành nhiệt, một phần trong đó đã làm tan chảy vật chất và kết dính chúng lại với nhau.

2 Nóng chảy và tạo lớp

Trong quá trình phát triển Trái Đất nhờ bồi tụ, năng lượng từ va chạm tạo ra đủ nhiệt để làm tan chảy toàn bộ hành tinh. Vật liệu nặng nhất chìm xuống vùng trung tâm để tạo thành lõi kim loại, được bao quanh bởi các lớp đá nhẹ hơn.

Đại dương và lục địa

Lớp vỏ bên dưới các đại dương (lớp vỏ đại dương) bao gồm chủ yếu là đá bazan và gabbro – những loại đá khá đặc, giàu sắt, tương tự những loại đá thậm chí còn đặc hơn ở trong lớp phủ dưới. Nhưng theo thời gian, núi lửa và các quá trình địa chất khác đã tạo ra các lớp đá silic dày như đá granit, tạo thành các lục địa. Lớp vỏ lục địa dày có khối lượng riêng kém hơn đá manti rất nhiều, vì vậy nó nổi lên trên như những tảng băng trôi trên đại dương ở cực. Đây là lý do tại sao các lục địa nổi cao trên đại dương.



3 Trái Đất ngày nay
Sau lần nóng chảy ở giai đoạn đầu, hành tinh nhiều lớp đã nguội dần, sau đó xuất hiện các đại dương nước lỏng. Phần lớn hành tinh đá đã hóa cứng, nhưng phần lõi ngoài vẫn nóng chảy.

Các khí, như oxy, tạo thành bầu khí quyển

Lớp vỏ đại dương mỏng làm từ những đá đặc, giàu sắt làm nền cho đáy đại dương

Lớp vỏ lục địa dày bao gồm đá tương đối nhẹ, giàu silic

Lớp vỏ mát và lớp phủ trên cùng tạo thành thạch quyển đá

KHÍ QUYỂN

QUYỂN MỀM

Bên dưới thạch quyển là quyển mềm, dẻo, nóng chảy một phần

LỚP PHỦ DƯỚI

Các dòng nhiệt gọi là chùm manti dâng lên từ ranh giới lõi-lớp phủ qua lớp phủ

Lớp phủ dưới sâu là đá nóng, dù chuyển động nhưng vẫn ở thể rắn

LÕI NGOÀI

Lõi trong kim loại nặng là hỗn hợp sắt và nickel rắn

LÕI TRONG

Lõi ngoài lỏng được cấu tạo từ sắt, nickel nóng chảy và lưu huỳnh

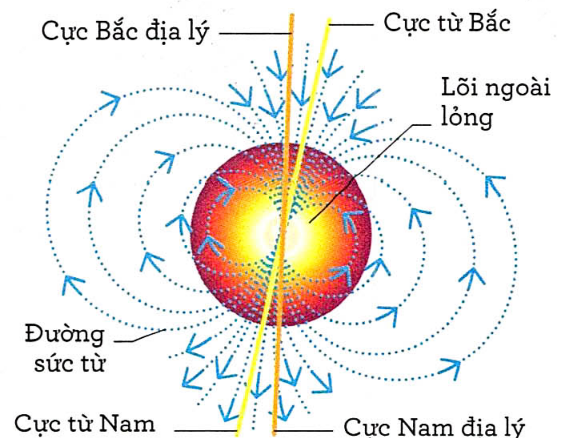
Đá phun trào từ đáy đại dương hình thành nên các lục địa

Nước có lẽ đã từng bao phủ toàn bộ hành tinh

5.500°C LÀ NHIỆT ĐỘ CỦA LÕI TRONG TRÁI ĐẤT – TƯƠNG ĐƯƠNG NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT CỦA MẶT TRỜI

CÁC CỰC TRÁI ĐẤT

Phần lõi ngoài bằng kim loại lỏng được giữ cho chuyển động bởi dòng nhiệt và vòng quay của Trái Đất. Điều này tạo ra điện, từ đó hình thành một từ trường trên khắp hành tinh. Trường này gần như thẳng hàng với trục Trái Đất, vì thế, cực từ Bắc gần với cực Bắc địa lý. Nhưng vị trí của nó luôn luôn dịch chuyển, ở mức tối đa 50 km mỗi năm.



Kiến tạo mảng

Thạch quyển Trái Đất (lớp vỏ giòn, nằm trên cùng của lớp phủ) được chia thành các phần gọi là các mảng kiến tạo. Nhiệt phát ra từ lõi Trái Đất khiến cho các mảng này liên tục dịch chuyển, hoặc đẩy chúng ra xa nhau, hoặc kéo chúng lại với nhau, từ đó dịch chuyển các lục địa, dựng lên những ngọn núi và trở thành nguồn nhiệt cho các núi lửa.

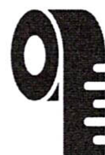
CÁC MẢNG KIẾN TẠO DỊCH CHUYỂN NHANH ĐẾN MỨC NÀO?

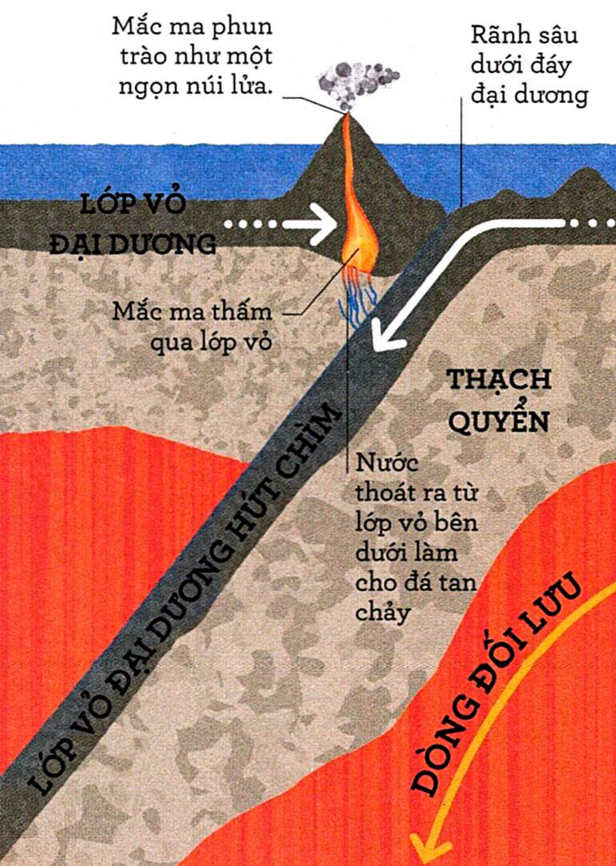
Trung bình, các mảng kiến tạo dịch chuyển với tốc độ dài ra của móng tay bạn. Kẽ nút lan rộng nhanh nhất, Đới nâng Đông Thái Bình Dương, đang lan ra ở mức dưới 16 cm mỗi năm.

Rãnh, kẽ nứt, và núi

Sâu bên trong hành tinh, các nguyên tố đang phóng xạ tạo ra nhiệt (xem trang 36-37), lượng nhiệt này cùng với nhiệt thoát ra từ lõi khiến lớp phủ dịch chuyển theo những dòng đối lưu rất chậm. Chuyển động này kéo các mảng kiến tạo tách ra ở một số nơi, tạo thành những kẽ nứt dài. Ở những nơi khác, nó đẩy các mảng lại với nhau, tạo ra khu vực hút chìm nơi cạnh của một mảng chìm vào lớp phủ. Hầu hết các kẽ nứt và khu vực hút chìm nằm dưới đáy đại dương. Kiến tạo mảng làm cho một số đại dương mở rộng, còn số khác thì co lại, và thậm chí còn khiến các lục địa va chạm với nhau.

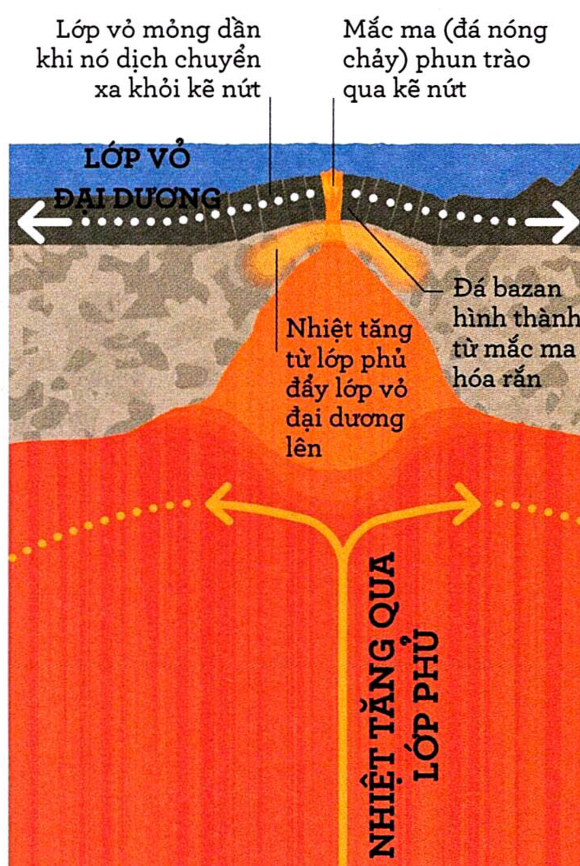
SỐNG NÚI GIỮA ĐẠI TÂY DƯƠNG DÀI 16.000 KM





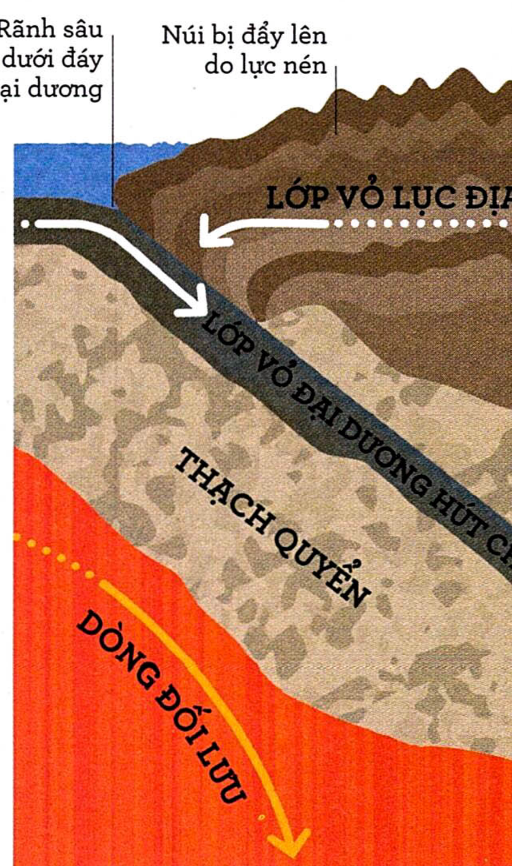
Vực hút chìm đại dương

Khi các mảng kiến tạo mang lớp vỏ đại dương dịch chuyển cùng nhau, mảng nặng hơn trượt xuống dưới mảng còn lại và tan chảy trong lớp phủ. Từ đây, một rãnh sâu hình thành trong đại dương – như Rãnh Mariana ở Thái Bình Dương.



Sống núi giữa đại dương

Các sống núi dài ở đáy đại dương xuất hiện khi các mảng kiến tạo được kéo ra xa khỏi nhau. Điều này làm giảm áp lực lên lớp đá nóng bên dưới, cho phép chúng tan chảy, phun trào và hình thành lớp vỏ đại dương mới, chẳng hạn như tại Sống núi giữa Đại Tây Dương.



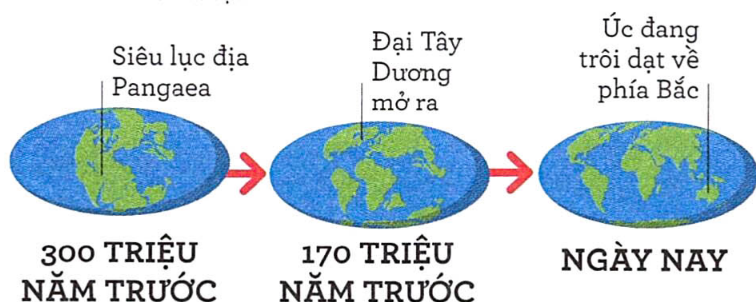
Khu vực hút chìm đại dương–lục địa

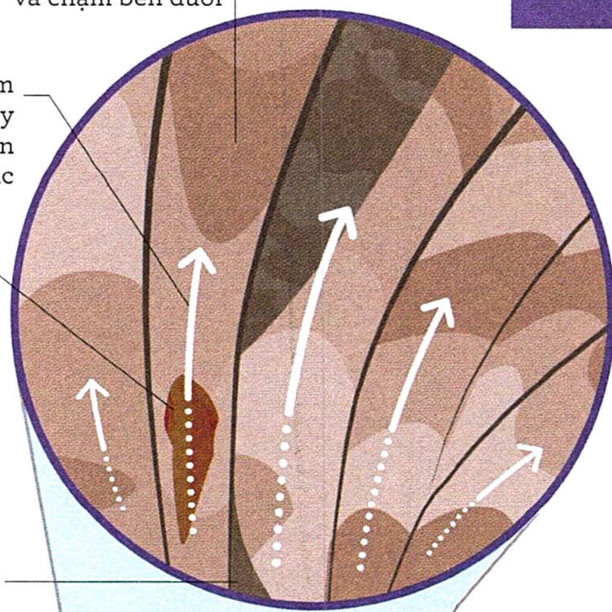
Khi các mảng mang vỏ đại dương và lục địa dịch chuyển cùng nhau, lớp vỏ đại dương nặng hơn bị kéo xuống. Còn lớp vỏ lục địa bị nén, tạo thành những ngọn núi như dãy Andes.

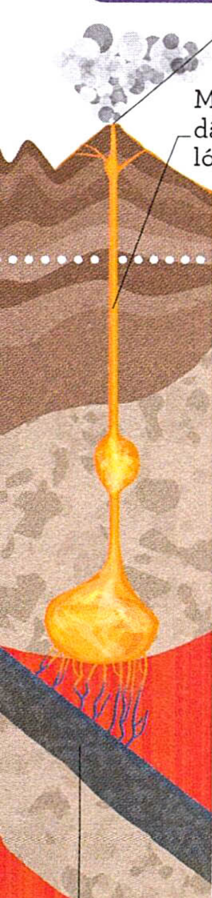


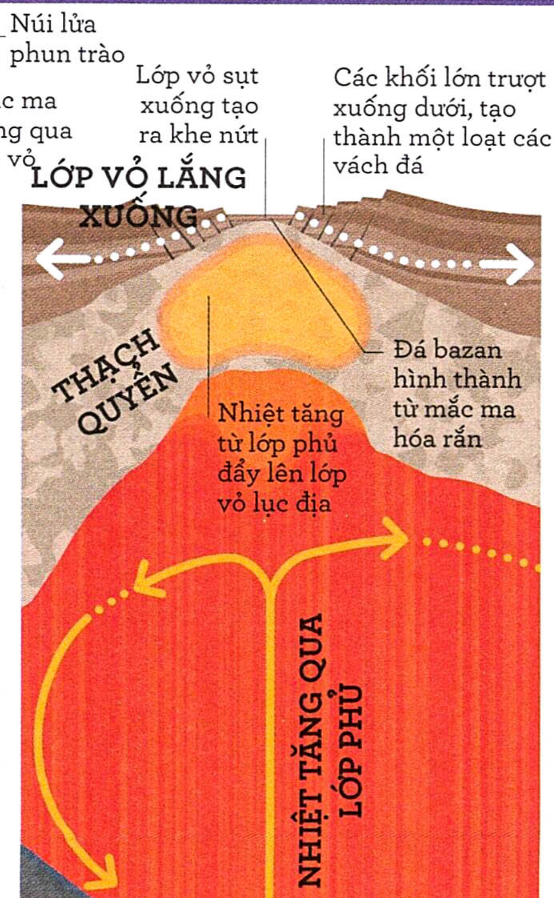
LỤC ĐỊA TRÔI

Vì các lục địa bắt nguồn từ các mảng kiến tạo dịch động, sự chuyển động không ngừng của các mảng này khiến chúng trôi dạt khắp nơi. Điều này có nghĩa là các lục địa liên tục bị chia tách và ghép nối theo những cách khác nhau. Tại một thời điểm, đã từng có một siêu lục địa được gọi là Pangaea. Nó được tạo ra khoảng 300 triệu năm trước và tách ra khoảng 130 triệu năm sau đó. Các lục địa sẽ tiếp tục dịch chuyển và hình thành lại.



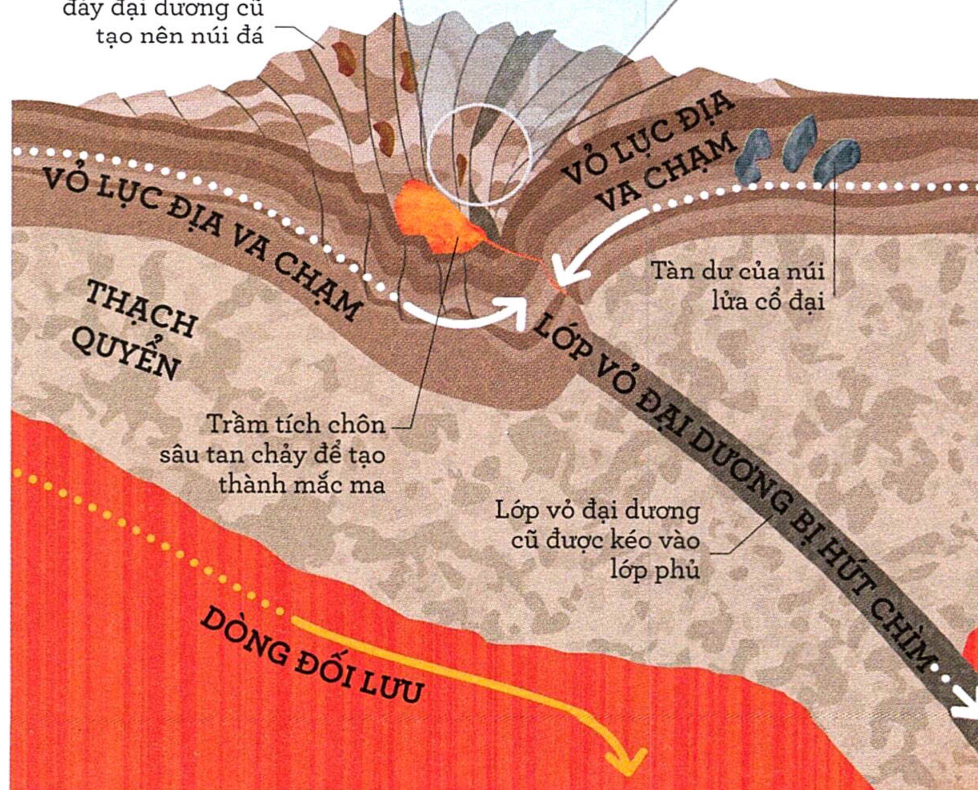






Kẽ nứt lục địa

Quá trình địa chất đằng sau sự hình thành kẽ nứt lục địa cũng tương tự các sống núi đại dương. Các phiến trong lớp vỏ sụt xuống để tạo nên các thung lũng nứt dài đi cùng các vách đá dựng đứng (như Thung lũng Tách dãn Lớn ở Đông Phi).

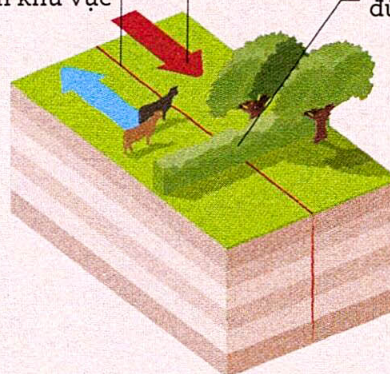


Khu vực va chạm

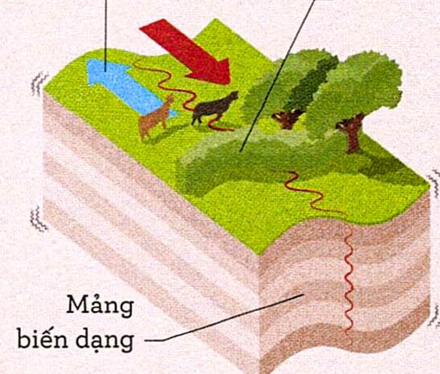
Ở nơi sự hút chìm của đại dương-lục địa kéo hai phiến vỏ lục địa lại với nhau, các đại dương và núi lửa cổ đại bị ép vào nhau, và các trầm tích dưới đáy đại dương cũng bị nén lại, tạo thành những dãy núi. Dãy Himalaya hiện đang nằm trên loại ranh giới này.

Thế nào là động đất?

Khi các mảng kiến tạo xô vào nhau hoặc trượt qua nhau, sức ép sẽ tích tụ tại phần đứt gãy tạo nên ranh giới giữa các mảng. Lực này làm biến dạng rìa mảng, cho đến khi lớp đá không thể chịu được nữa và bắt đầu bật lại. Nếu điều này xảy ra thường xuyên, độ bật lại tương đối nhỏ và chấn động là không đáng kể. Nhưng nếu vết đứt gãy đã đứng yên suốt một thế kỷ hoặc hơn, các tảng đá sẽ có đủ lực để dịch chuyển tận vài mét chỉ trong vòng vài giây – gây ra một trận động đất thảm khốc.



1 Tại đường đứt gãy
Đường đứt gãy đánh dấu ranh giới giữa hai mảng kiến tạo trượt qua nhau. Mỗi mảng dịch chuyển chỉ 2,5 cm mỗi năm.



2 Sức ép lên các tảng đá
Nhiều thập niên sau, các mảng tiếp tục dịch chuyển trượt qua nhau, nhưng đường đứt gãy vẫn bị khóa cứng. Điều đó gây biến dạng mảng, gia tăng sức ép.

Động đất

Các mảng kiến tạo không ngừng dịch chuyển. Nhưng đôi khi, các rìa lởm chởm của mảng kiến tạo bị "khóa chặt" vào nhau, và phải đến khi đủ sức ép tích tụ thì chúng mới bị xé toạc, tạo thành sóng địa chấn gây ra động đất.

TRẬN ĐỘNG ĐẤT MẠNH NHẤT TỪNG ĐƯỢC GHI NHẬN?

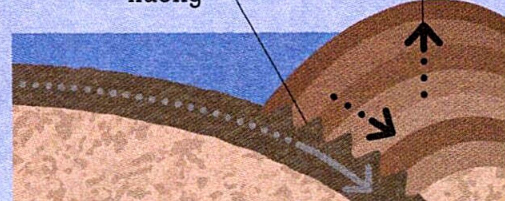
Trận động đất mạnh nhất được ghi nhận cho đến nay xảy ra vào ngày 22/05/1960 tại Chile. Cường độ đo được là 9,5 trên thang Richter và đợt sóng thần xảy ra sau đó đã đến tận Hawaii, Nhật Bản và Philippines.

Sóng thần

Khi một mảng kiến tạo chuyển động bên dưới một mảng khác ở đáy đại dương, nó sẽ làm biến dạng mảng phía trên, kéo cạnh của mảng này xuống dưới. Khi những tảng đá dạt sang hai bên, mảng kiến tạo bị biến dạng đột nhiên vươn thẳng ra, đẩy một làn sóng lớn dâng lên nhanh chóng trên đại dương. Trên biển, sóng dài và thấp, nhưng khi nó cuộn lại trong vùng nước nông, sóng có thể biến thành một cơn sóng thần tàn khốc.



1 Đường đứt gãy bị khóa
Một rãnh đại dương sâu nằm gần đất liền là điểm đánh dấu một khu vực hút chìm, nơi đáy đại dương đang trượt xuống dưới một lục địa, nhưng đứt gãy giữa các mảng đã bị khóa.

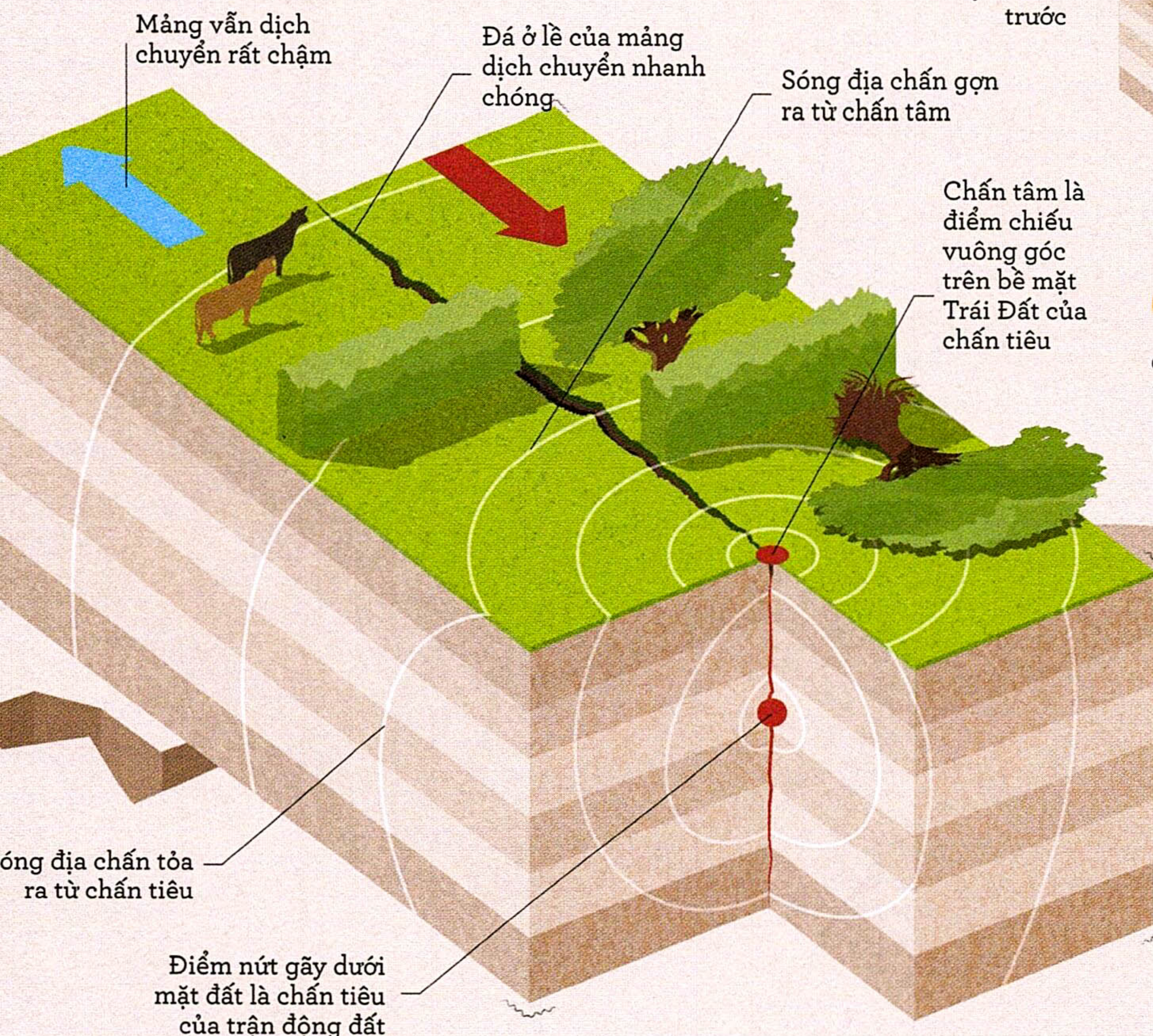


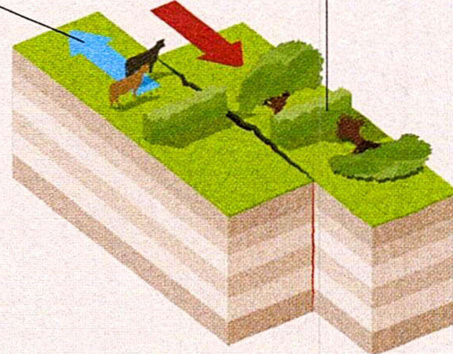
2 Mảng biến dạng
Bị đường đứt gãy khóa giữ chặt, cạnh chìm của mảng lục địa bị kéo xuống dưới. Điều này gây ra biến dạng mảng, làm khu vực ven biển phình lên.



3 Rung lắc và dội lại

Sau một thế kỷ, phần đứt gãy cuối cùng cũng không chịu nổi sức ép. Trong vòng vài phút, cả hai mảng kiến tạo có thể bật lại với khoảng cách lên tới 2,5 m, hình thành sóng địa chấn tỏa ra từ các điểm bên dưới mặt đất (chấn tiêu) và ở bề mặt (chấn tâm).



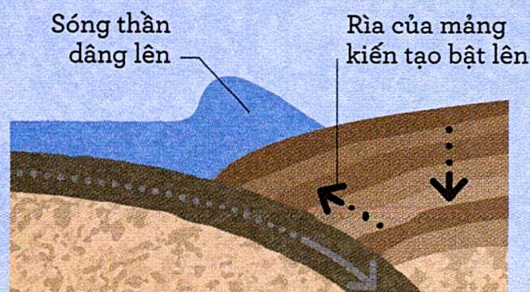


4 Sau động đất

Khi bụi đã lắng xuống sau trận động đất chính và các đợt dư chấn, các tảng đá không còn chịu sức ép nữa. Nhưng các mảng kiến tạo vẫn tiếp tục dịch chuyển, vì vậy chu kỳ sẽ lại bắt đầu.

ƯỚC TÍNH CÓ KHOẢNG 500.000 TRẬN ĐỘNG ĐẤT XẢY RA MỖI NĂM, TRONG ĐÓ, GẦN 100 TRẬN GÂY RA THIỆT HẠI



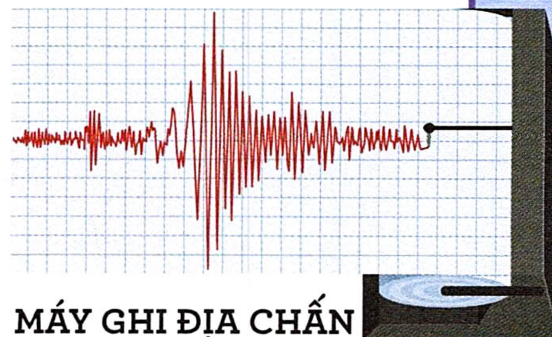


3 Đứt gãy và dâng sóng

Khi đứt gãy, rìa của mảng lục địa bật lên, gây ra sóng thần. Sóng tràn lên bờ qua đường bờ biển thấp đi do mảng duỗi thẳng.

ĐO ĐỘNG ĐẤT

Độ hủy diệt của các trận động đất hiện được đo bằng Thang độ lớn mô men, thay vì sử dụng thang đo cũ – thang đo Richter – bởi vì các phép đo của thang mô men cung cấp cho các nhà khoa học một bức tranh toàn cảnh chính xác hơn về năng lượng được giải phóng trong các trận động đất mạnh nhất. Dữ liệu được thu thập bằng cách sử dụng các dụng cụ gọi là máy đo địa chấn, tạo ra biểu đồ địa chấn cho thấy mức độ chuyển động của mảng kiến tạo.



MÁY GHI ĐỊA CHẤN

Núi lửa

Đá nóng chảy và khí phun trào từ các vết đứt gãy trên bề mặt Trái Đất gọi là lỗ thông hơi núi lửa, mỗi lỗ thường nằm trong một miệng núi lửa hình chiếc bát. Hầu hết hiện tượng kiểu này xảy ra gần ranh giới mảng kiến tạo, nguyên nhân là bởi các lực đã xé toạc các mảng hoặc kéo chúng lại với nhau.

Một đám mây lớn gồm các hạt thủy tinh và đá nhỏ có thể bay lên không trung

Tro núi lửa rơi xuống từ đám mây; các hạt nặng nhất lắng xuống gần miệng núi lửa

Dung nham thường phun trào từ lỗ thông hơi ở sườn núi lửa

Tại sao núi lửa hình thành?

Có ba loại núi lửa chính. Một số phun trào từ kẽ nứt giữa các mảng lục địa hoặc đại dương. Những núi lửa khác, với nhiều loại dung nham khác nhau, phun trào trên các khu vực hút chìm, nơi một mảng kiến tạo chuyển động bên dưới một mảng khác. Loại núi lửa thứ ba gây ra do các điểm nóng trong lớp phủ manti, những điểm này làm đá tan chảy cục bộ ngay dưới lớp vỏ – phun trào kiểu này thường cách xa ranh giới mảng.

ĐÂU LÀ LOẠI NÚI LỬA NGUY HIỂM NHẤT?

Không phải là các núi lửa hoạt động thường xuyên, mà là những núi rất hiếm khi phun trào. Áp lực to lớn tích tụ bên trong chúng có thể gây ra những vụ nổ thảm khốc.

Dòng dung nham tạo nên núi lửa hình nón với độ dốc nông, giống như lá khiên có vòm rộng

Dung nham lỏng chảy nhanh và lan ra khoảng cách xa

Đá nóng chảy và khí phun trào từ miệng núi lửa

Chuyển động của mảng kiến tạo

Các lớp vỏ bị gãy chìm xuống lớp phủ

VỎ TRÁI ĐẤT

Mắc ma dâng qua lớp vỏ

Đá manti nóng chảy để tạo thành bazan nóng chảy

LỚP PHỦ MANTI

THẠCH QUYỂN

Núi lửa ở kẽ nứt

Các mảng kiến tạo tách ra khỏi nhau sẽ làm giảm áp lực lên lớp phủ bên dưới, cho phép một số đá nóng chảy ra. Chúng sẽ phun trào dưới dạng dung nham bazan lỏng, lan ra tạo thành núi lửa hình khiên rộng.

Những đám mây tro bụi khổng lồ bốc lên từ các loại núi lửa này

Loại dung nham nhớt này tạo nên những núi lửa với sườn dốc lớn

Mắc ma dâng lên qua các vết nứt trong lớp vỏ

LỚP VỎ LỤC ĐỊA

LỚP VỎ ĐẠI DƯƠNG

Mảng kiến tạo bị hút chìm đã hòa tan trong nước biển

THẠCH QUYỂN

LỚP PHỦ MANTI

Nước sôi trào lên lớp đá phía trên và khiến nó chảy

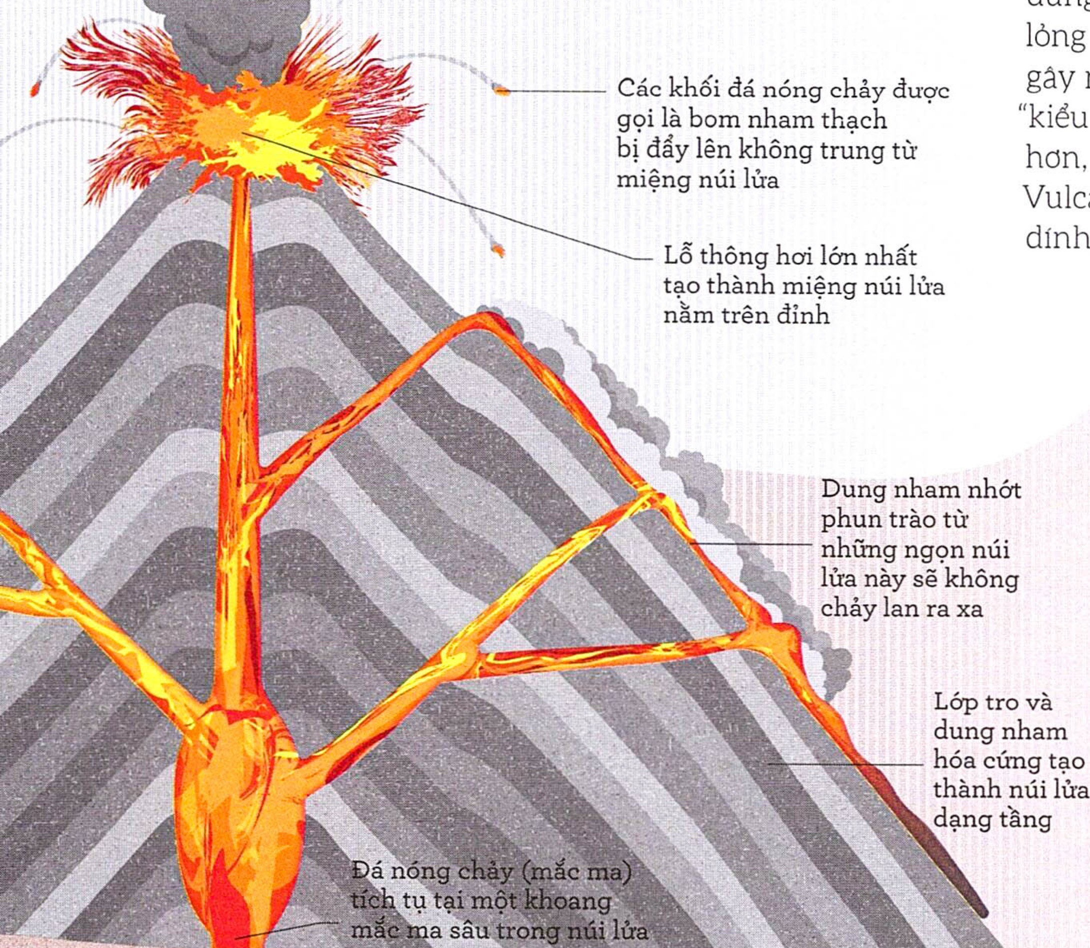
Núi lửa khu vực hút chìm

Lớp vỏ đại dương bị sụp xuống các khu vực hút chìm mang theo nước làm thay đổi tính chất của đá nóng, khiến nó tan chảy. Tại những ngọn núi lửa này, đá nóng chảy phun trào thành dung nham nhớt đặc.



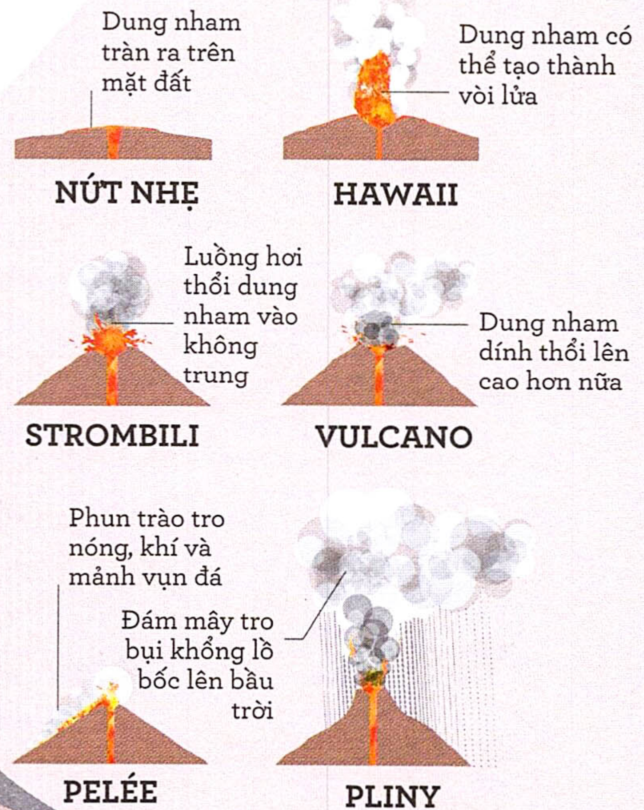
Có gì bên trong một ngọn núi lửa?

Một núi lửa ở khu vực hút chìm thường có hình nón dốc đứng gọi là núi lửa dạng tầng, được tạo thành từ các lớp dung nham và tro núi lửa. Cấu trúc đó là do loại dung nham của núi lửa này rất dính nhớt và thường xuyên chặn miệng núi lửa, dẫn đến những đợt phun trào phát nổ – ồ ạt đẩy đá và tro bụi lên không trung rồi rơi trên sườn núi lửa.



Các loại phun trào

Núi lửa phun trào theo những cách khác nhau tùy thuộc vào bản chất loại dung nham của chúng. Dung nham lỏng của núi lửa tại kẽ nứt và điểm nóng sẽ gây ra phun trào nứt nhẹ và phun trào theo "kiểu Hawaii". Dung nham dính dễ phát nổ hơn, gây ra các vụ phun trào kiểu Strombili, Vulcano, Pelée và Pliny. Dung nham càng dính, nổ càng lớn.





Núi lửa ở điểm nóng

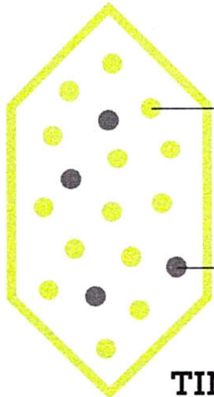
Những loại núi lửa này nhận năng lượng từ các dòng nhiệt bị cô lập, được gọi là các chùm manti, dâng lên bên dưới lớp vỏ. Sự dịch chuyển của mảng kiến tạo trên điểm nóng có thể tạo ra các chuỗi núi lửa, chẳng hạn như ở Hawaii và quần đảo Galápagos.



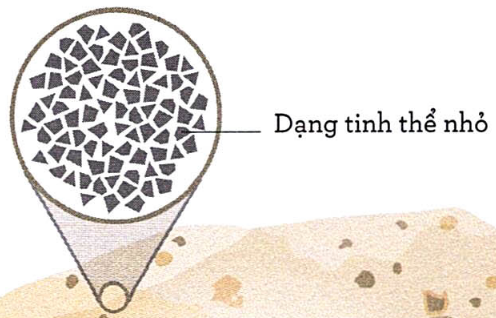
90% HOẠT ĐỘNG NÚI LỬA XẢY RA DƯỚI NƯỚC

TUỔI CỦA ĐÁ

Một số đá lửa có thể được xác định niên đại bằng cách phân tích các tinh thể có chứa các nguyên tố phóng xạ nặng. Vì các nguyên tố này phân rã (thay đổi) thành các nguyên tố nhẹ hơn với tốc độ xác định (xem trang 37), tỷ lệ của chúng trong tinh thể giúp ta đo được khoảng thời gian trôi qua kể từ khi tinh thể hình thành. Nhưng nếu tinh thể là một phần của lớp đá trầm tích, thì kỹ thuật này chỉ giúp xác định niên đại tinh thể chứ không phải toàn bộ lớp đá. May mắn thay, những lớp đá như vậy có thể được xác định theo tuổi của bất kỳ hóa thạch nào mà chúng chứa.



TINH THỂ ZIRCON



ĐÁ LỬA PHUN TRÀO

Mắc ma phun trào từ một ngọn núi lửa được gọi là dung nham. Nó nguội đi nhanh chóng, tạo thành các tinh thể khoáng nhỏ trong một khối rắn. Dung nham phun trào từ các núi lửa khu vực hút chìm thường tạo thành rhyolit, loại đá chủ yếu gồm các tinh thể thạch anh và tràng thạch. Rhyolit rất cứng, tương tự như các loại đá lửa phun trào khác với cấu trúc tinh thể nhỏ, chẳng hạn là andesite và bazan.

RHYOLIT

Làm lạnh nhanh

Dạng tinh thể lớn

Làm lạnh chậm

Đá nóng nằm sâu dưới mặt đất thường ở trạng thái rắn, nhưng những thay đổi hóa học hoặc áp suất giảm có thể khiến nó tan chảy, tạo thành đá lỏng nóng (mắc ma). Vì nó ít đậm đặc hơn đá rắn, mắc ma sẽ thấm lên bề mặt. Khi nó nguội đi, các tinh thể bắt đầu hình thành.

KẾT TINH

Khoáng sản uốn cong

Nóng chảy

Chu kỳ đá

Đá được tạo thành từ hỗn hợp các khoáng chất, chẳng hạn như thạch anh hoặc calcite. Một số đá rất cứng, số khác mềm hơn nhiều, nhưng theo thời gian chúng đều bị xói mòn và rồi lại tập hợp để hình thành các loại đá mới trong một chu trình gọi là chu kỳ đá, hay chu kỳ thạch học.

Biến đổi liên tục

Khi đá nóng chảy nguội đi, các khoáng chất mà nó chứa sẽ kết tinh (hóa cứng) tạo thành nhiều loại đá lửa rắn, cứng. Theo thời gian, phong hóa phá vỡ chúng thành các trầm tích mềm hơn, có thể tạo thành các lớp đá trầm tích. Nhiệt và áp suất có thể biến đổi đá trầm tích này thành đá biến chất cứng hơn. Nếu những đá này được chôn sâu, chúng có thể tan chảy, cuối cùng nguội lại để tạo thành nhiều đá lửa.

LOẠI ĐÁ CÓ TUỔI ĐỜI LÂU NHẤT TRÊN TRÁI ĐẤT LÀ ĐÁ GÌ?

Các tinh thể zircon được tìm thấy ở khu vực Đồi Jack ở miền Tây nước Úc được xác định niên đại là 4,4 tỷ năm – gần với tuổi Trái Đất (4,5 tỷ năm tuổi)!



NÂNG LÊN

Các lực kiến tạo mảng giúp hình thành những ngọn núi cũng có thể phá vỡ và cuộn các tảng đá lên trên để chúng tiếp xúc với không khí, trở nên dễ bị ảnh hưởng bởi phong hóa (phân hủy thành các hạt nhỏ hơn) và bởi xói mòn (bào mòn bởi sông, sông băng, hoặc gió).

PHONG HÓA VÀ XÓI MÒN

Đóng băng
Mưa
Gió
Sông băng
Sông

Nước trong các khe đá nở rộng khi nó dần đóng băng, làm nứt tách khối đá. Mưa hòa tan carbon dioxide từ không khí tạo thành acid carbonic yếu, có khả năng phản ứng với nhiều khoáng chất. Đá mềm có thể bị gió thổi cho mòn đi. Các mảnh đá nhỏ hơn được mang đi bởi các dòng sông hoặc sông băng.

THẠCH HÓA

Lắng đọng
Nén
Kết dính

Trầm tích (các hạt đá do quá trình phong hóa tạo ra) mà các con sông hoặc sông băng, hoặc gió mang theo, sẽ được lắng đọng và chôn vùi. Các hạt được nén bởi trọng lượng từ nhiều đá trầm tích khác và hình thành nên các lớp. Khoáng chất hòa tan trong nước kết tinh, kết dính các lớp đá lại với nhau. Quá trình này được gọi là thạch hóa.

Áp suất

Áp suất

Áp suất

ĐÁ LỬA XÂM NHẬP

Mắc ma không phun trào ở bề mặt sẽ nguội dần dưới lòng đất và tạo thành các tinh thể khoáng lớn – quá trình này có thể mất đến hàng triệu năm. Khối lượng lớn đá lửa xâm nhập, chẳng hạn như đá granit, có thể hình thành theo cách này. Đá granit có thành phần khoáng chất tương tự rhyolit, nhưng có dạng tinh thể lớn hơn nhiều.

ĐÁ GRANIT

Các lớp hạt đá

ĐÁ TRẦM TÍCH

Các mảnh đá kết dính lại với nhau tạo thành đá trầm tích, ví dụ như sa thạch được tạo nên từ các hạt cát xếp lớp kết dính lại. Các đá trầm tích khác được tạo nên từ các hạt bùn hoặc phù sa nhỏ hơn, hoặc thậm chí là phần còn lại siêu nhỏ của các sinh vật phù du biển. Càng lâu đời và càng bị nén, đá càng trở nên cứng hơn.

SA THẠCH

ĐÁ BIẾN CHẤT

Sa thạch có thể biến thành đá thạch anh siêu cứng – một loại đá biến chất. Đá trầm tích phân lớp cũng có thể được nén – thành đá bảng, đá phiến hoặc đá phiến ma – và kết quả là cấu trúc khoáng sản sẽ bị uốn cong, biến dạng. Những loại đá này cũng chứa các khoáng chất mới được hình thành bởi dung dịch và tái kết tinh.

THẠCH ANH

BIẾN CHẤT

Áp suất
Nhiệt

Khi đá bị chôn vùi dưới sâu, đồng thời chịu áp lực và sức nóng dữ dội, đặc tính của nó bị thay đổi – một quá trình gọi là biến chất. Hiện tượng này thường xảy ra khi kiến tạo mảng nghiền nát các rìa lục địa để tạo thành các dãy núi.

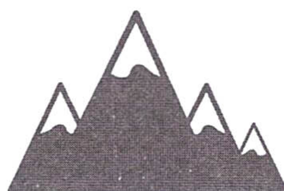
Đại dương

Trái Đất là một hành tinh có màu chủ đạo là xanh lam, bởi phần lớn bề mặt của nó được bao phủ bởi các đại dương. Có tổng cộng năm đại dương – Thái Bình Dương, Đại Tây Dương, Ấn Độ Dương, Bắc Băng Dương và Nam Băng Dương – và các dòng hải lưu chảy chầm chậm qua cả năm đại dương này.

TẠI SAO NƯỚC BIỂN LẠI MẶN?

Qua hàng triệu năm, nước mưa chảy từ đất liền đã mang theo các khoáng chất mặn ra biển. Những thứ này khiến cho nước biển có vị mặn.

RÃNH MARIANA Ở THÁI BÌNH DƯƠNG CÓ THỂ CHO VỪA ĐỈNH EVEREST VÀO TRONG MÀ VẪN THỪA 2.000 M



ĐẠI DƯƠNG MỞ

Đại dương là gì?

Đại dương không đơn thuần là những vũng nước khổng lồ – chúng được tạo ra bởi các lực do kiến tạo mảng (xem trang 224-225). Khi các mảng kiến tạo Trái Đất bị kéo ra xa nhau, lớp vỏ mới hình thành. Lớp vỏ đại dương nằm sâu hơn nhiều so với lớp vỏ lục địa dày và nhẹ hơn (xem trang 222), chúng tạo thành đáy đại dương. Khi các mảng gặp nhau dưới nước, một mảng bị hút chìm xuống dưới mảng còn lại, tạo ra các rãnh đại dương sâu hoắm. Rìa của các lục địa cũng nằm dưới nước, bị cắt xén bởi xói mòn bờ biển. Biển thềm, tức biển ven bờ trên thềm lục địa, nông hơn nhiều so với đại dương thực sự.

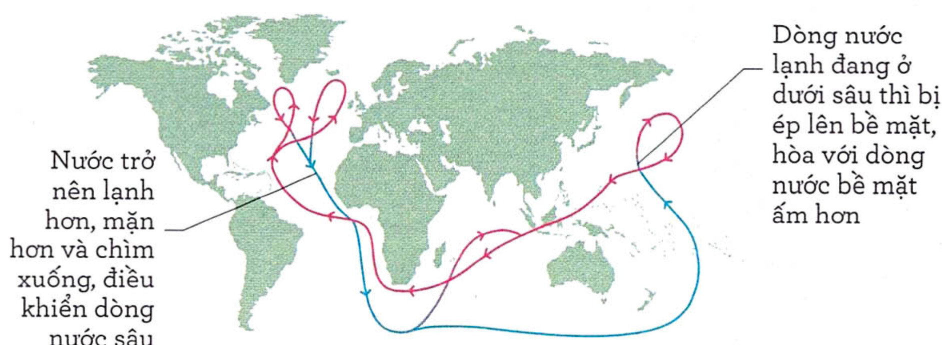
Phần đáy thực sự của đại dương, đồng bằng biển thẳm, nằm sâu 3.000–6.000 m dưới những con sóng

Các mảnh vụn đá trôi từ lục địa tích tụ ở cuối lớp vỏ lục địa và dọc theo đồng bằng biển thẳm

ĐỒNG BẰNG BIỂN THẲM

DÒNG CHẢY ĐẠI DƯƠNG

Gió đẩy các dòng hải lưu bề mặt xoáy quanh các đại dương, mang theo nước lạnh vào vùng nhiệt đới và chuyển nước ấm về phía các cực. Chúng liên kết với dòng chảy sâu gồm những dòng nước mặn và lạnh chìm xuống đáy đại dương. Cùng nhau, các dòng chảy này mang nước biển đi khắp thế giới trong một mạng lưới thường được gọi là băng vận chuyển toàn cầu.

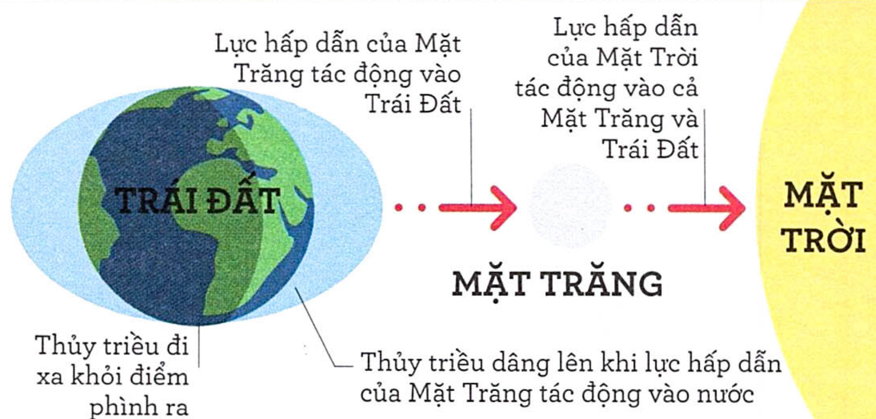


DÒNG CHẢY ĐẠI DƯƠNG



TẠI SAO THỦY TRIỀU LẠI LÊN VÀ XUỐNG?

Lực hấp dẫn của Mặt Trăng kéo khối nước đại dương thành một hình bầu dục với hai đoạn phình lên. Khi Trái Đất quay, bờ biển đi vào và ra khỏi những chỗ phình này, tạo nên hiện tượng thủy triều lên và xuống hằng ngày. Khi Mặt Trăng thẳng hàng với Mặt Trời, thời điểm trăng tròn và trăng non, lực hấp dẫn kết hợp của chúng gây ra thủy triều lớn hơn. Lúc trăng khuyết, lực hấp dẫn của Mặt Trăng vuông góc với Mặt Trời, thủy triều yếu hơn.



BIỂN THỀM

ĐƯỜNG BỜ BIỂN

Đáy của biển thềm, vùng thềm lục địa, thường sâu chưa đến 150 m dưới mặt nước

THỀM LỤC ĐỊA

Đáy biển dốc xuống qua vùng thềm và trải xuống đáy đại dương

SƯỜN LỤC ĐỊA

Rìa lục địa tạo thành sườn lục địa, dốc xuống độ sâu ít nhất 2.500 m

CHÂN LỤC ĐỊA

TRẦM TÍCH

LỚP VỎ ĐẠI DƯƠNG

LỚP VỎ LỤC ĐỊA

Tạo sóng

Khi một cơn gió thổi qua đại dương, nó làm dâng sóng trên bề mặt. Gió càng mạnh và thổi càng lâu, sóng càng lớn. Sóng cũng trở nên lớn hơn khi chúng đi xa hơn. Các phân tử nước di chuyển theo một đường tròn, đó là lý do tại sao nếu bị sóng đánh phải, ta sẽ được đưa lên cao và về phía trước, rồi rơi xuống và lùi lại khi sóng đi qua.

Các phân tử nước di chuyển theo đường tròn

Các phân tử nước dội lại từ đáy biển

VÙNG NƯỚC NÔNG

HƯỚNG SÓNG

VÙNG NƯỚC SÂU

Vòng lặp tròn không đi quá độ sâu này

Các phân tử nước chuyển động theo hình elip và sóng đổ

1 Mặt nước mở
Trên biển, sóng làm cho nước cuộn lên và tiến về phía trước, rồi rơi xuống và lùi lại. Các phân tử nước di chuyển theo một đường tròn.

2 Sóng dâng cao hơn
Các phân tử nước dội ngược trở lại từ đáy biển, khiến sóng ngắn hơn và dốc hơn khi đến gần bờ.

3 Sóng vỡ
Khi đáy biển trở nên nông hơn, các đường sóng chuyển sang hình elip, làm cho đỉnh sóng dâng quá cao đến nỗi nó lật và vỡ.

Khí quyển của Trái Đất

Trái Đất được bao bọc bởi các loại khí giúp che chắn, bảo vệ bề mặt khỏi sự phá hủy của bức xạ mặt trời, đồng thời giữ nhiệt vào ban đêm, biến sự sống thành khả thi. Sự lưu thông của không khí trong các tầng khí quyển thấp hơn gây ra hiện tượng chúng ta gọi là thời tiết.

Khí quyển là gì?

Khí quyển gồm các loại khí – chủ yếu là nitơ, oxy, argon và carbon dioxide. Người ta phân chia khí quyển thành các tầng dựa trên nhiệt độ của chúng: một số tầng khí lạnh dần khi độ cao tăng dần, trong khi các tầng khác ấm dần do một số khí có khả năng hấp thụ các tia từ Mặt Trời. Hầu hết không khí tập trung ở tầng thấp nhất, tầng đối lưu, nhưng mật độ của không khí vẫn giảm dần theo độ cao. Điều này có nghĩa là ở độ cao 10 km tính từ mực nước biển, không có đủ không khí cho con người sống sót.

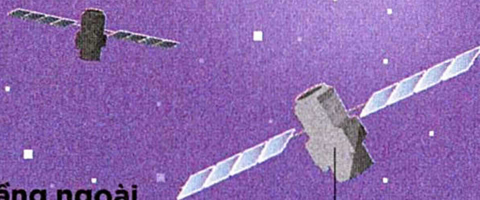
TẠI SAO KHÍ QUYỂN KHÔNG TRÔI VÀO KHÔNG GIAN?

Các hạt khí được giữ gần bề mặt Trái Đất là nhờ vào lực hấp dẫn. Mặt Trăng có khối lượng nhỏ hơn nhiều nên lực hấp dẫn của nó cũng yếu hơn nhiều, và do đó, nó không thể giữ được một bầu khí quyển.



CÁC LỚP KHÍ QUYỂN

600–10.000 KM



Tầng ngoài

Lớp ngoài cùng của khí quyển mờ dần vào không gian và không có ranh giới bên ngoài rõ ràng. Các hạt khí ở tầng này phân tán đến mức chúng không tương tác với nhau.

80–600 KM

Tầng nhiệt

Nằm phía trên tầng trung lưu, tầng nhiệt kéo dài một khoảng rộng lớn, nhiệt độ của nó tăng dần theo độ cao tới 2.000°C – do các khí trong tầng này hấp thụ tia X và tia cực tím từ Mặt Trời.

Các phân tử hấp thụ tia X và tia cực tím, rồi bức xạ nhiệt

Các nguyên tử oxy và nitơ được bức xạ mặt trời cung cấp năng lượng phát sáng tạo ra cực quang

NHIỆT ĐỘ

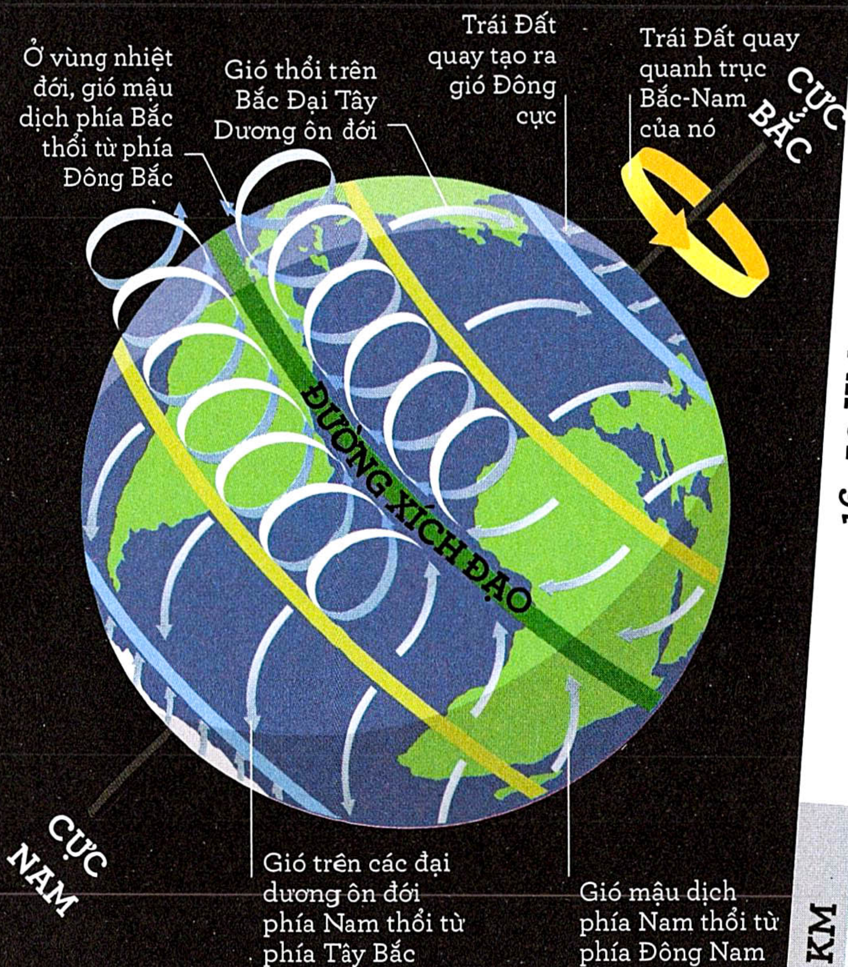
Nhiệt độ ở tầng ngoài thay đổi rất lớn, lạnh hơn vào ban đêm và ấm hơn vào ban ngày



TẦNG NHIỆT CÓ THỂ NÓNG TỚI 2.000°C

Quay và xoáy

Trong tầng đối lưu, không khí ấm lên, chuyển động theo luồng sang bên, nguội đi và sau đó chìm xuống – những luồng khí lưu thông này phân phối nhiệt trên toàn cầu (xem trang 240-241). Trục quay của Trái Đất làm cho không khí lưu thông theo hướng khác nhau. Ở phía Bắc của đường xích đạo, luồng không khí chuyển động sang bên phải, trong khi ở phía Nam của đường xích đạo, nó hướng sang bên trái. Đây được gọi là Hiệu ứng Coriolis và kết quả là không khí trong mỗi hoàn lưu di chuyển theo hình xoắn ốc trên toàn cầu.



Hoàn lưu toàn cầu

Những cơn gió thông thường thay đổi hướng bởi các hoàn lưu di chuyển theo hình xoắn ốc và thổi gần bề mặt Trái Đất. Những cơn gió này thổi đều đặn nhất trên các đại dương.

50–80 KM

Tầng trung lưu

Trong tầng trung lưu, nhiệt độ không khí ban đầu ổn định, sau đó giảm dần theo độ cao. Ở mức lạnh nhất, nó có thể xuống dưới -100°C. Các khí trong lớp này đủ dày để làm chậm sao băng, khiến chúng bị đốt cháy.

Những mảnh vỡ thiên thạch lao qua tầng trung lưu bị đốt cháy thành sao băng

BỨC XẠ MẶT TRỜI

16–50 KM

Tầng bình lưu

Khu vực này có lớp không khí mỏng, khô với nhiệt độ ổn định lên đến khoảng độ cao 20 km, sau đó khí ấm dần lên theo độ cao, vì nó hấp thụ năng lượng mặt trời. Tầng ozone nằm trong tầng bình lưu.

TẦNG OZONE

Nhiệt hấp thụ tỏa ra từ tầng ozone, tạo ra một túi khí ấm áp

Một lớp khí ozone hấp thụ bức xạ tia cực tím của Mặt Trời

Bóng bay dự báo thời tiết bay lên tầng bình lưu thấp, cao hơn bất kỳ máy bay hoặc chim nào có thể bay

Nhiệt độ giảm theo độ cao

0–16 KM

Tầng đối lưu

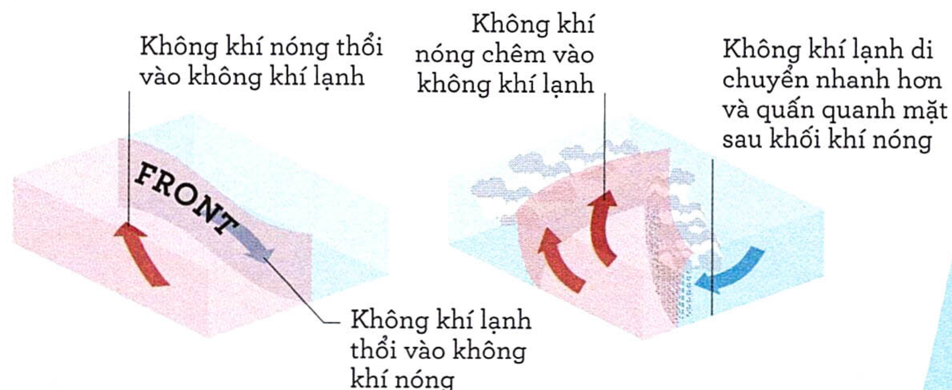
Lớp thấp nhất của khí quyển chứa không khí chúng ta hít thở và là nơi mọi hiện tượng thời tiết xảy ra. Cả nhiệt độ và mật độ của nó đều giảm dần theo độ cao.

Các máy bay thường bay trong tầng đối lưu, nhưng đôi khi chúng cũng bay vào tầng bình lưu để tránh nhiễu loạn

Mây hình thành trong tầng đối lưu

Thời tiết

Thời tiết là trạng thái của bầu khí quyển tại một địa điểm và thời gian cụ thể. Nó thay đổi liên tục vì Mặt Trời làm bốc hơi ẩm vào khối khí nóng, tạo thành những đám mây. Quá trình này thúc đẩy các khối khí áp suất thấp mạnh, hay còn gọi là xoáy thuận, gây ra gió và mưa. Chúng được cân bằng với xoáy nghịch yên bình hơn.



1 Khí lạnh gặp khí nóng

Xoáy thuận thường hình thành trên các đại dương ôn đới, nơi các khối không khí nhiệt đới nóng ẩm bị đẩy vào các khối không khí cực, lạnh. Một front (frông khí) là khu vực mà hai khối không khí gặp nhau.

2 Hình thành xoáy

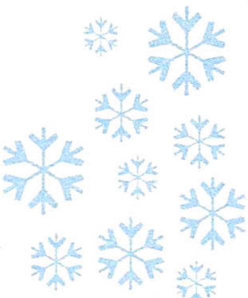
Khi chúng di chuyển, cả hai khối khí đi theo những đường cong do chuyển động quay của Trái Đất – một hiện tượng gọi là Hiệu ứng Coriolis. Các đường cong trở thành một mô hình quay và các khối không khí bắt đầu trở thành xoắn ốc.

Hình thành xoáy thuận

Khi không khí nóng ẩm bốc lên cao, nó tạo ra một vùng khí áp suất thấp, hút không khí xung quanh vào theo hướng xoắn ốc, gọi là xoáy thuận, hay áp thấp. Không khí nóng ẩm dần bị đẩy lên trên, nơi nó gặp phải luồng khí lạnh hơn, đặc hơn, làm cho hơi ẩm của nó ngưng tụ thành mây và mưa. Luồng khí – mà ta gọi là gió – mạnh nhất khi khí nóng bốc lên với hầu hết năng lượng của nó. Ở vùng nhiệt đới, điều này tạo ra những cơn bão rất mạnh được gọi là bão nhiệt đới, bão xoáy, hoặc cuồng phong.

TUYẾT

Nếu các giọt mây bay lên đủ cao, chúng tạo thành các tinh thể băng sáu mặt siêu nhỏ. Nước đóng băng lên các tinh thể, làm cho chúng dính vào nhau thành những bông tuyết sáu cánh. Những khối này tiếp tục kết lại với nhau thành những khối bông lớn hơn như tuyết rơi.



LÀM SAO MƯA ĐÁ LẠI RƠI Ở KENYA?

Những đám mây ở vùng nhiệt đới cao đến mức các hạt ẩm trong chúng bay lên đến bầu khí quyển lạnh lẽo phía trên và đóng băng, cuối cùng rơi xuống như mưa đá (xem trang 238-239).

Những đám mây thấp, đặc gần front nóng gây ra mưa liên tục

FRONT NÓNG

Không khí nóng bốc lên trên không khí lạnh, vì khí lạnh đặc hơn và nặng hơn





HẦU HẾT LƯỢNG MƯA BÊN NGOÀI VÙNG NHIỆT ĐỚI BẮT NGUỒN LÀ TUYẾT VÀ TAN RA KHI RƠI XUỐNG

4 Khí nóng rời khỏi mặt đất

Front lạnh thường di chuyển nhanh hơn front nóng, bắt kịp, sau đó nâng toàn bộ khối khí nóng lên khỏi mặt đất. Được đánh dấu bởi sự xuất hiện của một xoáy mây, hiện tượng này được gọi là hấp lưu. Từ thời điểm này, xoáy bắt đầu mất năng lượng và tự di chuyển.

3 Front nóng và front lạnh

Mặt cắt bên mở rộng của một xoáy thuận cho thấy khí nóng bốc lên cao trên khí lạnh để tạo thành một "front nóng" di động với độ dốc nông. Nhiều không khí lạnh hơn tiến lên từ phía sau, đẩy xuống dưới khí nóng, tạo thành một "front lạnh".

Xoáy nghịch

Khi không khí lạnh chìm xuống, tạo ra một vùng áp suất không khí cao, nó sẽ chuyển động theo hình xoắn ốc hướng ra ngoài, hình thành xoáy nghịch. Không khí chìm khiến hơi nước bốc lên và mây hình thành, vì vậy bầu trời thường có màu xanh và nắng ấm. Khác biệt về áp suất là tương đối nhỏ trong một xoáy nghịch, do đó gió nhẹ và thời tiết tương đối đẹp và ổn định.

Thời tiết cực đoan

Hầu hết các hiện tượng thời tiết cực đoan xảy ra do sự tích tụ của độ ẩm không khí trong các đám mây vũ tích cao chót vót. Luồng khí mạnh trong những đám mây này gây ra sét, mưa đá và thậm chí là lốc xoáy.

Siêu mây

Các đám mây vũ tích lớn hơn rất nhiều so với các đám mây thông thường, cao từ gần mặt đất đến tận đỉnh tầng đối lưu (xem trang 235). Chúng được thúc đẩy bởi sự bốc hơi mạnh của hơi ẩm từ mặt đất, hoặc từ bề mặt đại dương. Khi hơi bốc lên và lạnh đi, chúng ngưng tụ thành giọt nước, tạo thành những đám mây khổng lồ, giải phóng năng lượng dưới dạng nhiệt (xem trang 117). Nhiệt làm nóng không khí, khiến không khí bay lên cao hơn nữa, mang theo nhiều hơi nước hơn, rồi ngưng tụ và giải phóng nhiều năng lượng hơn – và chu kỳ cứ thế tiếp tục. Cuối cùng, đám mây có thể cao đến hơn 10 km.

1 Bay lên

Những luồng khí thổi lên trên trong đám mây, bên cạnh là khối khí lạnh đang chìm xuống, khiến những giọt nước và tinh thể băng chuyển động lên xuống, tạo ra tĩnh điện (xem trang 78-79) giúp tích điện cho đám mây, biến nó thành một cục pin khổng lồ.

2 Mưa đá hình thành như thế nào?

Tinh thể băng rơi xuống bị các luồng khí thổi ngược lên. Chúng thu được nhiều hơi ẩm hơn, hơi ẩm này đóng băng cùng chúng ở độ cao lớn hơn. Điều này xảy ra nhiều lần, biến tinh thể thành các lớp băng để tạo mưa đá.

Các hạt mưa đá bị luồng khí thổi lên cao, hút thêm độ ẩm

LUỒNG KHÍ NÓNG BAY LÊN

Luồng khí lạnh đang chìm giúp các hạt mưa đá nặng hơn rơi xuống

3 Trận mưa đá

Cuối cùng, các hạt mưa đá trở nên quá lớn và quá nặng để tiếp tục được thổi lên cao, nên chúng sẽ rơi xuống đất.

BÃO LÀ GÌ?

Sự bốc hơi dữ dội từ các đại dương nhiệt đới tạo thành các hệ thống đám mây khổng lồ xung quanh những vùng áp suất thấp mạnh (xem trang 236). Không khí xoáy vào những vùng này ở tốc độ cao, tạo thành những đợt gió mạnh trong một cơn bão.

LỐC XOÁY

Ở một số nơi trên thế giới, những khối khí lạnh và nóng xoáy vào nhau tạo ra những đám mây vũ tích khổng lồ, xoay tròn, gọi là siêu hoàn lưu. Không khí xoáy tròn, bốc lên nhanh có thể tạo thành một cơn xoáy lớn, gọi là lốc xoáy, đủ mạnh để xé toạc một ngôi nhà.

HẠT MƯA ĐÁ CÓ THỂ TO BẰNG NẮM TAY NGƯỜI

Khí hậu và các mùa

Ánh sáng mặt trời và nhiệt tập trung ở vùng nhiệt đới, phân tán hơn khi về gần các cực. Nhiệt tác động đến các luồng không khí trong bầu khí quyển tạo ra các đới khí hậu trên thế giới.

Hoàn lưu

Ở vùng nhiệt đới, nhiệt độ cao làm nước bốc hơi từ các đại dương. Khi không khí nóng ẩm bốc lên – tạo ra một dải áp suất thấp gọi là Đới Hội tụ liên Chí tuyến (ITCZ) – nó lạnh dần đi. Hơi nước ngưng tụ thành những đám mây khổng lồ, gây ra mưa lớn. Không khí lạnh khô lại dịch chuyển về các khu vực cận nhiệt đới và chìm xuống, gây ra áp lực cao làm "ức chế" mưa. Đây là hoàn lưu Hadley (hoàn lưu nhiệt đới). Hai hoàn lưu khác – hoàn lưu Ferrel (hoàn lưu ôn đới), và hoàn lưu Polar (hoàn lưu vùng cực) – cũng có tác dụng tương tự ở các khu vực mát mẻ hơn.



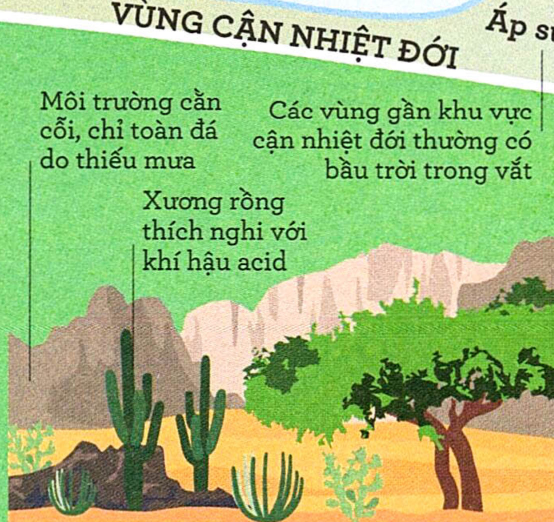
ĐỊNH VỊ

ĐỈNH TẦNG ĐỐI LƯU
ĐỚI HỘI TỤ LIÊN CHÍ TUYẾN
Những đám mây cao hình thành do hơi nước ngưng tụ
Không khí nhiệt đới bốc lên từ xích đạo và lạnh đi
HOÀN LƯU HADLEY
Khí nóng ẩm bốc lên
Khí lạnh khô chìm xuống và nóng lên
Khí khô sa mạc di chuyển về phía xích đạo
ĐỚI KHÍ HẬU CẬN NHIỆT
Khí lạnh k... chìm xuố... và nóng lê...
Không khí gần mặt đất di chuyển xa khỏi xích đạo
Áp suất thấp
ĐƯỜNG XÍCH ĐẠO
VÙNG NHIỆT ĐỚI
VÙNG CẬN NHIỆT ĐỚI
Áp suất cao
VÙNG ÔN ĐỚI



Vùng nhiệt đới

Không khí ẩm bốc lên gần xích đạo tạo nên những đám mây bão lớn, gây mưa lớn hằng ngày, thúc đẩy sự phát triển của rừng mưa nhiệt đới. Cây thải ra hơi nước, vì vậy ở một mức độ nào đó, chúng tự tạo ra khí hậu cho riêng mình.



Vùng cận nhiệt đới

Khi khối khí xích đạo bốc lên đến đỉnh của tầng đối lưu, nó di chuyển theo chiều ngang cho đến khi mát hơn và chìm xuống vùng cận nhiệt đới. Không khí chìm xuống làm ngừng quá trình hình thành mây, do đó mưa rất ít, tạo ra những sa mạc như Sahara.



VỆ TINH ĐO ĐƯỢC NHIỆT ĐỘ 70,7°C TRONG SA MẠC LUT CỦA IRAN – NHIỆT ĐỘ CAO NHẤT ĐƯỢC GHI NHẬN TRÊN TRÁI ĐẤT



Chu kỳ theo mùa

Khi Trái Đất quay quanh Mặt Trời, trục quay nghiêng của nó luôn hướng về phía sao Polaris, hay sao Bắc Cực. Điều này có nghĩa là các điểm vĩ độ cực và ôn đới lần lượt di chuyển lại gần và ra xa khỏi Mặt Trời, tạo nên mùa hè và mùa đông. Các mùa cực đoan nhất diễn ra ở vùng cực. ITCZ cũng di chuyển về phía Bắc và phía Nam, gây ra mùa khô và mùa mưa nhiệt đới. Gió mùa là do sự thay đổi trong hướng gió, mang không khí ẩm từ các đại dương, và cùng với đó, là những cơn mưa lớn.





ĐÂU LÀ NƠI KHÔ NHẤT TRÊN TRÁI ĐẤT?

Thung lũng khô McMurdo ở Nam Cực đã không có mưa hoặc tuyết trong gần 2 triệu năm. Cảnh quan ở đây chủ yếu là đá trần và sỏi.

Vùng cực
Không khí lạnh khô chìm xuống trên các vùng cực, tạo thành các sa mạc lạnh. Nó di chuyển ra xa khỏi các cực ở độ cao thấp, nóng lên và thu nhiều hơi ẩm. Khi đến các vùng ôn đới, nó bị kéo lên bởi luồng khí cận nhiệt đới đang bốc lên và thổi trở về phía cực trên cao hơn.



Vùng ôn đới
Ở vùng ôn đới, luồng khí nóng từ các vùng cận nhiệt đới khi chìm xuống thấp gặp phải không khí vùng cực lạnh hơn. Điều này khiến nó lại nổi lên, hình thành các đám mây và mưa, đặc biệt là trên và gần các đại dương. Những cơn mưa thúc đẩy sự phát triển rừng và đồng cỏ.



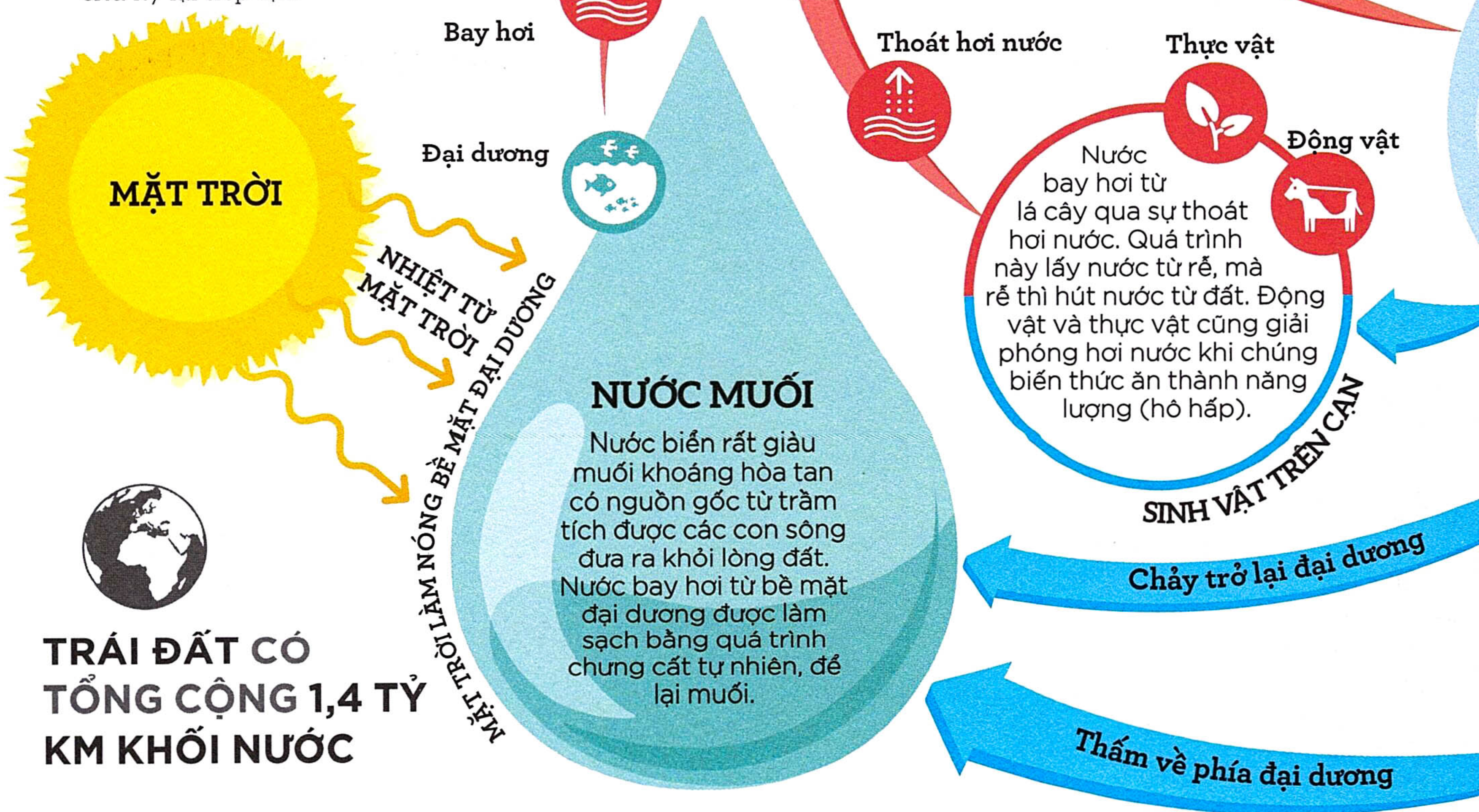
LƯỢNG MƯA CAO NHẤT TRONG MỘT NGÀY TRÊN ĐẢO RÉUNION – ĐƯỢC GHI NHẬN LÀ 1.870 MM VÀO NĂM 1952

Vòng tuần hoàn nước

Nước là sinh lực của hành tinh. Sự sống không thể tồn tại mà không có nước, bởi vì nó thiết yếu cho tất cả các quá trình sinh hóa giúp sinh vật có thể phát triển và sinh sôi. Nếu không có vòng tuần hoàn đem nước đến cho đất, các lục địa sẽ chỉ là những sa mạc vô hồn. Nước cũng định hình hành tinh bằng cách làm xói mòn bề mặt đất của nó.

Hệ thống lưu thông nước trên Trái Đất

Mặt Trời của chúng ta thúc đẩy vòng tuần hoàn nước – làm nóng các đại dương để sự bốc hơi xảy ra liên tục trên bề mặt của chúng. Nước được mang vào đất liền bởi những đám mây lướt trên gió. Mưa từ mây rơi xuống, ngấm vào đất. Một phần nước này được thực vật hấp thụ, chúng nhả lại vào không khí để tạo thành nhiều đám mây hơn. Hầu hết phần còn lại chảy khỏi đất, hòa vào các dòng sông, tìm đường quay trở lại biển, và thế là chu kỳ lại tiếp tục.







MỘT SỐ PHẦN CỦA DẢI BĂNG Ở NAM CỰC ĐÃ HƠN 2,5 TRIỆU NĂM TUỔI

MÂY

Không khí nóng bốc lên mang theo hơi nước mát dần theo độ cao – khiến hơi nước ngưng tụ thành các giọt nước siêu nhỏ và các tinh thể băng. Những giọt nước và tinh thể này có thể nhìn thấy dưới dạng những đám mây với khả năng trôi đi rất xa nhờ gió.



GIÁNG THỦY

Tuyết

Khi một đám mây lạnh dần đi, các giọt nước và tinh thể băng của nó lớn dần và kết hợp với nhau, cuối cùng tạo thành những hạt nước lớn hoặc những bông tuyết đủ nặng để rơi xuống. Những bông tuyết thường kết lại với nhau thành những khối lớn hơn, mịn hơn.

Mưa

BĂNG

Tuyết rơi ở vùng khí hậu lạnh sẽ không tan ra. Nó tích tụ và bị nén bởi trọng lượng do thêm nhiều tuyết hơn – biến nó trở thành băng. Trên sườn núi, băng đổ xuống từ từ theo những dòng sông băng và tan chảy dần dần, nhưng những tảng băng ở cực có thể không bao giờ tan chảy. Trải qua hàng nghìn năm, sông băng tạo thành những thung lũng sâu hun hút.

Sông băng

Sông

Hồ

NƯỚC NGỌT

Lượng mưa đọng lại trên mặt đất, hoặc tuyết tan, được gọi là dòng chảy bề mặt. Chúng gộp lại thành sông và hồ, cuối cùng chảy trở lại đại dương. Mưa phản ứng với khí carbon dioxide trong không khí tạo thành acid carbonic làm ướt đá, hòa tan các khoáng chất vào dòng nước.

Dòng chảy bề mặt

NƯỚC NGỌT

Dòng chảy bề mặt

Thấm dưới lòng đất

Mưa và tuyết tan chảy dưới mặt đất trở thành nước ngầm. Ở các tầng đất thấp hơn, đá bị hòa tan, tạo thành các hồ chứa dưới lòng đất gọi là tầng ngậm nước. Đá vôi có thể được hòa tan để tạo ra các hang động. Nước ngầm cuối cùng cũng thấm trở lại vào các đại dương.



NƯỚC NGẦM

NƯỚC CÓ Ở ĐÂU?

Hai phần ba hành tinh được bao phủ bởi các đại dương, nơi chứa 97,5% lượng nước trên Trái Đất. Chỉ 2,5% nước là nước ngọt. Hầu hết nước ngọt tồn tại dưới dạng băng ở các vùng cực và trên những ngọn núi cao, hoặc nằm sâu dưới lòng đất. Chỉ một phần rất nhỏ tạo thành các sông hồ.

Các đại dương chứa 97,5% lượng nước trên Trái Đất.

Chỉ 0,3% lượng nước ngọt trên Trái Đất tồn tại ở thể lỏng và ở bề mặt

Nước mặn

Nước ngọt

68,9% nước ngọt tồn tại dưới dạng sông băng, tuyết và băng

30,8% còn lại là nước ngầm

Phần còn lại là nước ngọt

TẤT CẢ NƯỚC CỦA TRÁI ĐẤT

Hiệu ứng nhà kính

Sự sống trên Trái Đất phụ thuộc vào hiệu ứng nhà kính, hay cách một số loại khí trong khí quyển của chúng ta – đặc biệt là carbon dioxide và methan – hấp thụ một số bức xạ hồng ngoại phát ra từ bề mặt Trái Đất. Giống như một nhà kính thủy tinh, các khí này giữ nhiệt lại.

Quỹ năng lượng của Trái Đất

Thật ra, trong lịch sử, hiệu ứng nhà kính đã từng là một điều tốt – nếu không có lớp khí này, nhiệt độ trung bình của Trái Đất sẽ vào khoảng −18°C. Tuy nhiên, dù giữ lại một phần bức xạ nhiệt của Trái Đất là điều cần thiết, nếu chênh lệch giữa bức xạ đến và bức xạ đi là quá lớn, nhiệt độ toàn cầu sẽ tăng lên.

1 Bức xạ đến

Năng lượng bức xạ từ Mặt Trời đến Trái Đất dưới dạng ánh sáng và tia cực tím, cũng như tia hồng ngoại và các ánh sáng có bước sóng khác.

2 Phản xạ

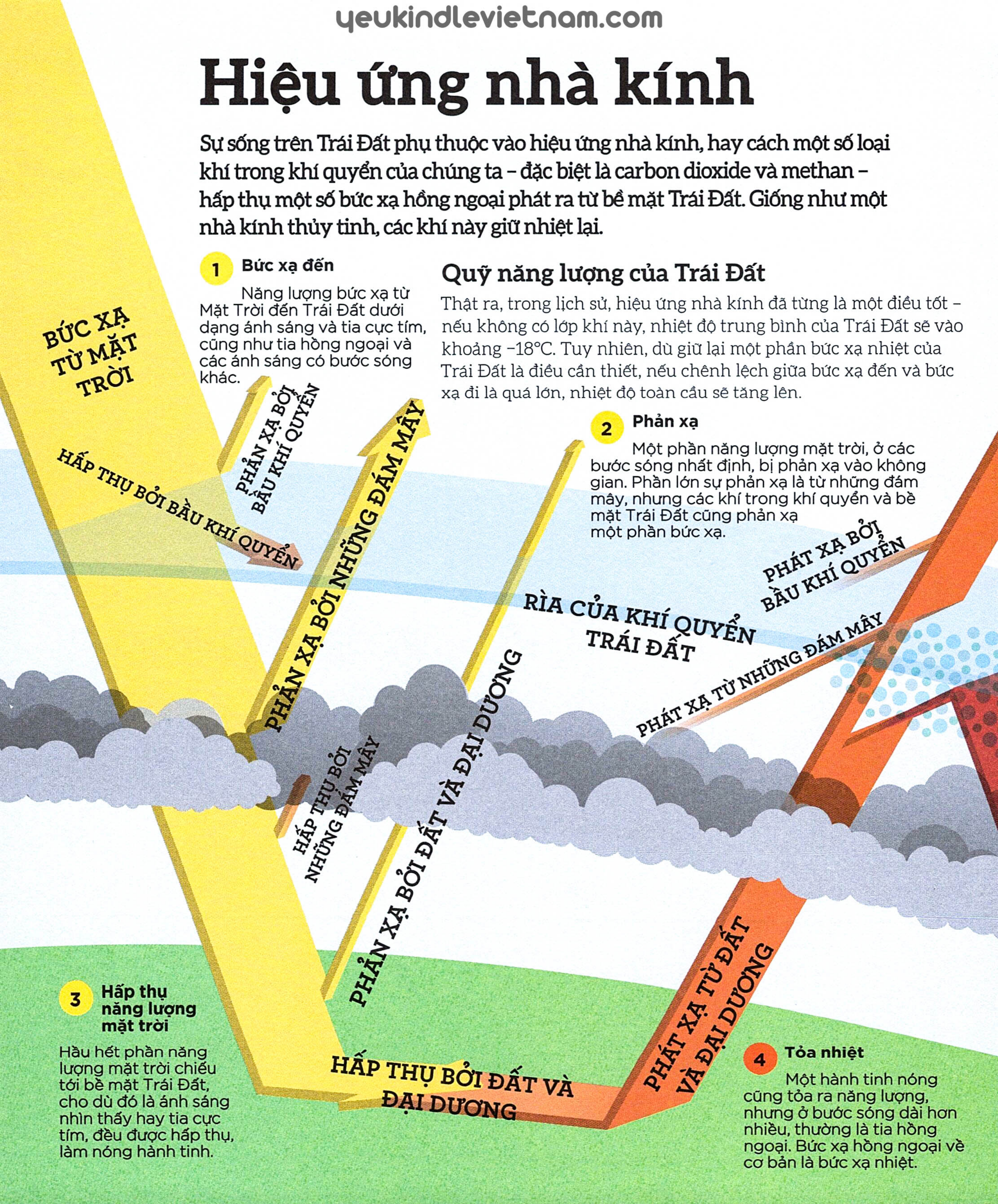
Một phần năng lượng mặt trời, ở các bước sóng nhất định, bị phản xạ vào không gian. Phần lớn sự phản xạ là từ những đám mây, nhưng các khí trong khí quyển và bề mặt Trái Đất cũng phản xạ một phần bức xạ.

3 Hấp thụ năng lượng mặt trời

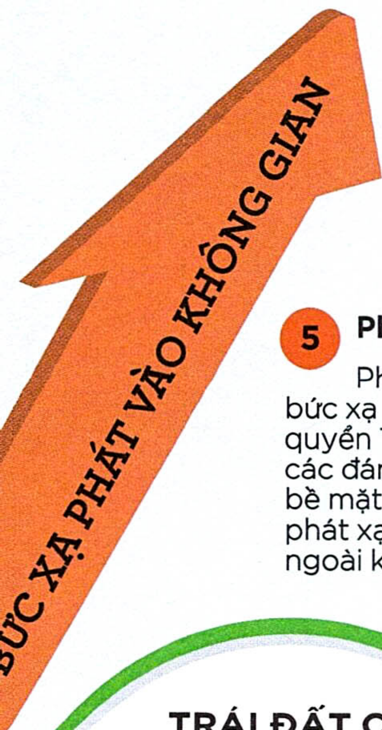
Hầu hết phần năng lượng mặt trời chiếu tới bề mặt Trái Đất, cho dù đó là ánh sáng nhìn thấy hay tia cực tím, đều được hấp thụ, làm nóng hành tinh.

4 Tỏa nhiệt

Một hành tinh nóng cũng tỏa ra năng lượng, nhưng ở bước sóng dài hơn nhiều, thường là tia hồng ngoại. Bức xạ hồng ngoại về cơ bản là bức xạ nhiệt.





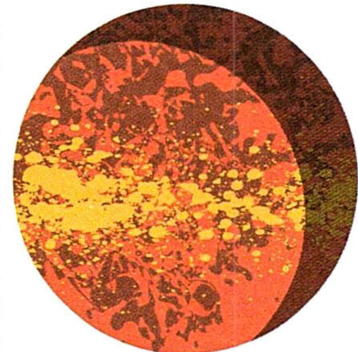


5 Phát xạ

Phần lớn các bức xạ được khí quyển Trái Đất, các đám mây và bề mặt hấp thụ và phát xạ lại sẽ ra ngoài không gian.

HIỆU ỨNG NHÀ KÍNH Ở CÁC HÀNH TINH KHÁC

Sao Kim có hiệu ứng nhà kính mạnh hơn nhiều so với Trái Đất. Bầu khí quyển carbon dioxide dày của nó giữ lại gần như toàn bộ năng lượng mặt trời chạm tới bề mặt của nó, tạo ra nhiệt độ đủ nóng để làm tan chảy chì. Ngược lại, ở Titan, mặt trăng lớn nhất của Sao Thổ, lại xảy ra hiệu ứng chống nhà kính, tạo bởi một đám mây màu cam dày, ngăn chặn tới 90% ánh sáng mặt trời. Một hiệu ứng chống nhà kính tương tự, nhưng yếu hơn nhiều, có thể xảy ra trên Trái Đất nhờ khí và bụi phun trào từ núi lửa.



SAO KIM

TRÁI ĐẤT CÓ TỪNG NÓNG HƠN NGÀY NAY KHÔNG?

Gần cuối Đại Trung sinh (thời của khủng long), Trái Đất nóng đến mức không có băng ở hai cực vào mùa hè, và mực nước biển cao đến hơn 170 m so với ngày nay.

KHÍ NHÀ KÍNH



6 Phát xạ ngược

Một số năng lượng hồng ngoại mà Trái Đất phát xạ bị giữ lại bởi các khí nhà kính trong khí quyển. Các khí này nóng lên và tỏa nhiệt trở lại bề mặt Trái Đất, làm tăng nhiệt độ toàn cầu.

TỶ TRỌNG KHÍ NHÀ KÍNH TRONG KHÔNG GIAN VŨ TRỤ NĂM 2013 (TÍNH BẰNG ĐƠN VỊ MỘT PHẦN TRIỆU, PPB)

Ai là thủ phạm?

Các khí nhà kính chính trong bầu khí quyển Trái Đất bao gồm hơi nước, carbon dioxide, methan, Dinitơ monoxide và ozone. Cấu trúc phân tử của các loại khí này cho phép chúng hấp thụ năng lượng từ bức xạ hồng ngoại, nóng lên và sau đó phát xạ lại để giữ cho hành tinh ấm áp. Một số khí hấp thụ nhiệt tốt hơn các loại khác, do cách các phân tử của chúng tương tác với bức xạ nhiệt. Điều này có nghĩa là một số loại khí, mặc dù có ít trong khí quyển, lại gây hiệu ứng nhà kính mạnh hơn các loại khác.

Carbon dioxide (CO_2)
395.000 PPB
Không mạnh lắm, nhưng tỷ trọng lớn của nó khiến hiệu ứng nóng lên ở mức nghiêm trọng

Methan (CH_4)
1.800 PPB
Mạnh, nhưng tỷ trọng vẫn còn tương đối thấp

Nitơ oxide (N_2O)
325 PPB
Rất mạnh, nhưng tỷ trọng vẫn còn tương đối thấp

Các khí nhân tạo

Carbon tetrafluoride (CF_4)
0,080 PPB
Một khí nhà kính nhân tạo cực kỳ mạnh

Tetrafluoroethane (CH_2FCF_3)
0,07 PPB
Một khí nhà kính nhân tạo khá mạnh

Trichlorofluoromethane (CCl_3F)
0,235 PPB
Một khí nhà kính nhân tạo mạnh

Biến đổi khí hậu

Khí hậu vẫn luôn thay đổi vì lý do tự nhiên. Những thay đổi này diễn ra từ từ, qua hàng nghìn hoặc hàng triệu năm. Tuy nhiên, chúng ta đang sống trong một thời kỳ biến đổi khí hậu nhanh chóng, gây ra bởi sự ô nhiễm của bầu khí quyển do các loại khí làm tăng hiệu ứng nhà kính (xem trang 244-245).

MỰC NƯỚC BIỂN CÓ THỂ TĂNG ĐẾN BAO NHIÊU?

Nếu các dải băng ở hai cực tan chảy, mực nước biển có thể tăng lên tới 25 m, gây ngập lụt khắp các thành phố ven biển như London, New York, Tokyo và Thượng Hải.

Chuyện gì đang xảy ra?

Thế giới ngày càng nóng hơn. Nhiệt độ đã liên tục tăng, chí ít là từ năm 1910, và 16 trong số 17 năm nóng nhất lịch sử đều diễn ra sau năm 2000. Trong khi đó, phân tích khí quyển từ năm 1958 cho thấy sự gia tăng đều đặn carbon dioxide (CO_2) – loại quan trọng nhất trong các loại khí nhà kính giữ cho hành tinh ấm áp. Lượng CO_2 dư thừa này đã được tạo ra bởi lối sống hiện đại, "đói năng lượng" của con người.

Xu hướng tăng đều

Người ta đã ghi lại nhiệt độ không khí trung bình toàn cầu kể từ cuối thế kỷ 19. Dù có lên xuống, nhưng xu hướng chung là tăng lên. Điều này có liên hệ chặt chẽ với sự gia tăng CO_2 trong khí quyển.

Gia tăng khí nhà kính

Nguồn chính của lượng CO_2 tăng thêm là do đốt nhiên liệu hóa thạch như than và dầu. Chúng ta cũng thải ra nhiều loại khí nhà kính khác, gồm methan và nitơ oxide được giải phóng do phương thức canh tác hiện đại, cũng như các khí fluor hóa (khí F) nhân tạo được sử dụng trong các bình xịt và hệ thống làm lạnh.

71%
Carbon dioxide (CO_2) từ việc đốt nhiên liệu hóa thạch

2%
CO_2 từ nạn phá rừng và phân hủy sinh học

1%
Khí F (khí nhân tạo chứa fluor)

21%
Methan (CH_4)

5%
Nitơ oxide (N_2O)



CHÚ THÍCH

Nhiệt độ trung bình đã được ghi lại kể từ năm 1880. Mức CO_2 trong lịch sử được đo bằng cách phân tích các vân gỗ trong cây và lõi băng.

- Nhiệt độ bề mặt trung bình toàn cầu
- Mức CO_2 trong khí quyển
- Dữ liệu dự kiến

CARBON DIOXIDE TRONG KHÍ QUYỂN (PHẦN TRIỆU)

400
380
360
340
320
300
280

Nhiệt độ giảm tự nhiên vào cuối thế kỷ 19

Đến năm 1880, ngành công nghiệp sử dụng than làm nhiên liệu đã làm tăng mức CO_2

NĂM

1880 1900 1920 1940



Vòng tròn luẩn quẩn

Nếu nhiệt độ tiếp tục tăng thêm, nó có thể kích hoạt loạt "hiệu ứng phản hồi" vốn làm cho vấn đề càng trở nên tồi tệ hơn. Ví dụ, nạn phá rừng nhiệt đới đồng nghĩa là có ít cây cối hơn để giúp loại bỏ CO_2 khỏi khí quyển. Mức CO_2 trong khí quyển cao hơn làm tăng sự nóng lên toàn cầu và làm thay đổi hệ thống hoàn lưu khí quyển, dẫn đến hạn hán kéo dài và gây chết rừng mưa nhiệt đới. Các hiệu ứng phản hồi khác liên quan đến việc giải phóng khí methan dưới đáy biển và tan chảy băng biển Bắc Cực.



PHÁT THẢI METHAN DƯỚI ĐÁY BIỂN



TAN BĂNG BIỂN BẮC CỰC

NĂM 2016 LÀ NĂM NÓNG NHẤT ĐƯỢC GHI LẠI TRONG LỊCH SỬ

Trong hầu hết các kịch bản dự đoán, mức CO2 trong khí quyển dự kiến cũng sẽ tăng

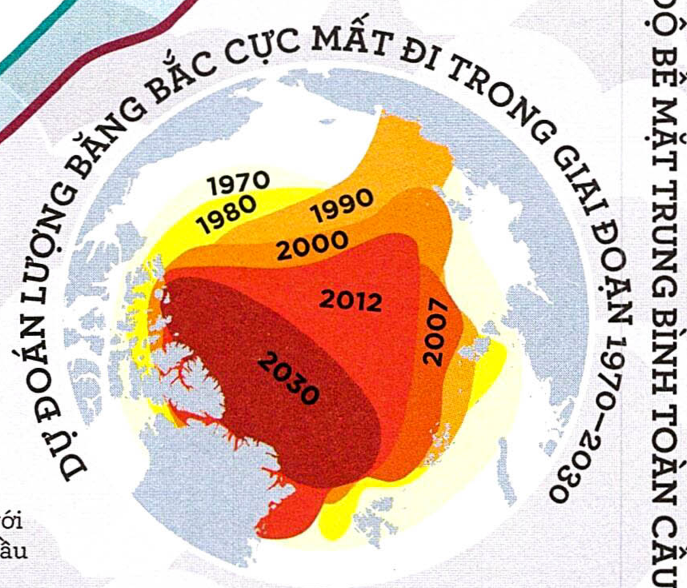
Trong hầu hết các kịch bản dự đoán, nhiệt độ bề mặt trung bình toàn cầu dự kiến sẽ tăng lên

CO_2 tăng nhanh phù hợp với sự gia tăng nhiệt độ toàn cầu

NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT TRUNG BÌNH TOÀN CẦU

14,8°C 58,6°F 14,6°C 59°F 14,4°C 57,8°F 14,2°C 57,4°F 14,0°C 57°F 13,8°C 56,6°F 13,6°C 56,2°F 13,4°C

1960 1980 2000 2020



Tác động toàn cầu

Băng ở các cực đang tan rất nhanh. Vào tháng Ba năm 2017, băng biển mùa đông ở Bắc Cực đã xuống đến diện tích nhỏ nhất từ trước đến nay. Nước từ sông băng tan đang chảy vào đại dương và làm tăng mực nước biển. Trong khi đó, đại dương lại đang nóng dần lên, gây ra những cơn bão dữ dội và đe dọa làm tuyệt chủng các rạn san hô nhiệt đới. Trên đất liền, sa mạc đang mở rộng sang các vùng cây xanh do ảnh hưởng của hạn hán kéo dài.

Tác động bất lợi của sự nóng lên toàn cầu


Những cơn bão dữ dội càng thêm mạnh hơn khi nhiệt độ tăng – sự bốc hơi nhanh chóng của nước biển tạo ra những đám mây bão khổng lồ.


Lũ quét trên mặt đất do lượng mưa lớn và dữ dội hơn từ những cơn bão mạnh hơn.


Hạn hán và sa mạc hóa ở vùng nhiệt đới đang khiến mùa màng thất bát, gây ra nạn đói, di cư hàng loạt và bất ổn chính trị.

CHỈ MỤC

Các số trang **in đậm** dùng để chỉ những mục chính.

A

B

C

D

Đ

E-Ê-F

G

H

I-J

K

L

M

N

O-Ô

P

Q

R

S

T

Lời cảm ơn

DK xin chân hành cảm ơn những cá nhân đã tận tình giúp đỡ chúng tôi trong việc chuẩn bị cuốn sách này: Michael Parkin minh họa; Suhel Ahmed và David Summers giúp phần biên tập; Briony Corbett làm trợ lý thiết kế; Helen Peters biên soạn chỉ mục; cùng Katie John đã đọc sửa bản in.